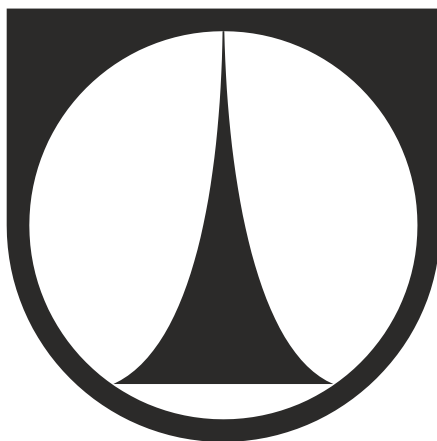


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Bc. Radek Lacina

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Studijní program: **N 6209 – Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Manažerská informatika**

Vyhodnocení zvukových záznamů pořízených mobilními zařízeními

Evaluation of audio records with mobile devices

DP-EF-KIN-2013-10

Bc. Radek Lacina

Vedoucí práce: Ing. Weinlich Petr, Ph.D., katedra informatiky
Konzultant: Ing. Plischke Petr

Počet stran: 102 Počet příloh: 0

Datum odevzdání: 10. května 2013

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radek Lacina**
Osobní číslo: **E10000335**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Manažerská informatika**
Název tématu: **Vyhodnocení zvukových záznamů pořizovaných mobilními
zařízeními**
Zadávající katedra: **Katedra informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Analýza mobilních technologií pro pořizování zvukových dat
2. Možnosti editace a zpracování audio dat
3. Komparace freewarových a komerčních softwarových nástrojů
4. Zhodnocení a ekonomická rozvaha pro typové oblasti využití

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

65 normostran

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

VLACHÝ, V. Praxe zvukové techniky. 3., rozšířené vyd. Praha: Muzikus, 2008. 297 s. ISBN 80-86253-05-8.

KOPECKÝ, P. Základy elektronického zvuku a jeho kreativní zpracování + CD. 1. vyd. Praha: Akademie múzických umění, 2008. 154 s.

ISBN 978-80-7331-121-6.

KŘÍŽ, M. Zvuk na PC - Step by Step. 1. vyd. Praha: Mobil Media a.s., 2001. 262 s. ISBN 80-86593-06-1.

RUMSEY, F. a T. McCORMICK. Sound and recording. 6 ed. London: Focal Pres, 2009. 656 s. ISBN 978-0-240-52163-3.

Elektronická databáze článků ProQuest (knihovna.tul.cz).

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Weinlich, Ph.D.

Katedra informatiky

Konzultant diplomové práce:


Ing. Petr Plischke

Datum zadání diplomové práce:


31. října 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

10. května 2013


doc. Dr. Ing. Olga Hasprová
děkanka




doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2012

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne 10. května 2013

Bc. Radek Lacina

Poděkování

Chtěl bych poděkovat Ing. Petru Weinlichovi, Ph.D. z katedry informatiky, za důsledné vedení a za odborné rady při psaní této diplomové práce. Zároveň děkuji své rodině a přítelkyni za morální podporu při psaní diplomové práce.

Anotace

Diplomová práce se zabývá vyhodnocením zvukových záznamů pořízených mobilními zařízeními. Cílem práce je uvést přehled digitálních mobilních zařízení, možnosti editace audia, zhodnotit kvalitu pořízených zvukových nahrávek a porovnat freewarové a komerční nástroje na úpravu zvukových signálů.

Teoretická část práce popisuje vlastnosti zvuku a jeho vnímáním lidským uchem. Následně je uveden přehled používaných současných mobilních zařízení s možnostmi nahrávání zvukových souborů. Další kapitolou jsou základní postprodukční procesy, které zahrnují editační úpravy a mixování zvukového signálu v programech. Praktická část využívá teoretických znalostí při upravování nahrávek pomocí signálových procesorů. Upravené zvukové nahrávky se porovnávají s frekvenční charakteristikou nahrávky pořízené srovnávacím mikrofonom. Křivky frekvenčních charakteristik slouží společně s porovnávanými programy k získání výsledného řešení, které je ovlivněno ekonomickým zhodnocením.

Klíčová slova

Editace zvuku, Efekt, Frekvenční charakteristika, Mix, Mobilní digitální zařízení, Postprodukce, Psychoakustika, Zvuk, Zvukový program

Annotation

My thesis deals with evaluation of audio records from mobile devices. The aim of this thesis is evaluation the quality of recorded sound records and comparison freeware and commercial tools.

The theoretical part describes the feature of sound and its perception of the human ear. Subsequently is shown overview of present mobile devices with audio record option. The next chapter contains basic postproduction processes, which include editorial adjustment and mixing audio signal. The practical part uses of the theoretical knowledge of editing records by the signal processing. Modified audio records are compared to the frequency characteristic of the comparative microphone. The curves of frequency characteristics and compared programs are used to obtain the final solution, which is influenced by economic evaluation.

Key Words

Audio editing, Audio software, Effect, Frequency characteristics, Mix, Mobile digital devices, Postproduction, Psycho acoustics, Sound

Obsah

Seznam zkratk a značek	11
Seznam tabulek	13
Seznam obrázků	14
Úvod	16
1. Rešerše literárních zdrojů	17
2. Nahrávání zvuku v pozici manažera	18
3. Vlastnosti zvuku	19
3.1 Psychoakustické vnímání	19
4. Záznamová zařízení zvuku	25
4.1 Historie analogových záznamových zařízení	25
4.2 Mobilní digitální zařízení	28
4.3 Mikrofon	34
5. Formáty zvukových souborů	37
5.1 Digitalizace	37
5.2 Nekomprimované audio formáty	41
5.3 Komprimované audio formáty	42
6. Postprodukce digitálního audiosignálu	46
6.1 Editace zvukového signálu	46
6.2 Mixování pomocí signálových procesorů	46
6.3 Mastering	50
7. Audio editační software	51
7.1 Freewarový audio software	51
7.2 Komerční audio software	54
8. Experiment pořizování zvukových nahrávek	59
8.2 Postup měření	62
9. Porovnání audio programů	64
9.1 Editace v Cubase 5	64
9.2 Editace v Adobe Audition CS6	77
9.3 Editace v Audacity	77

9.4 Editace v Music Editor Free	78
10. Zhodnocení a ekonomická rozvaha	80
10.1 Srovnání pořízených nahrávek.....	80
10.2 Ekonomická rozvaha.....	90
Závěr	95
Seznam použité literatury	97

Seznam zkratek a značek

AAC	Advanced Audio Coding
AD	Analog to Digital Convertor
AIFF	Audio Interchange File Format
ALAC	Apple Lossless Audio Codec
APE	Monkey's Audio
CBR	Constant Bitrate
CD	Compact Disc
DA	Digital to Analog Convertor
DAW	Digital Audio Workstation
DDL	Digital Delay Line
DVD	Digital Video Disc
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EQ	Equalization
FLAC	Free Lossless Audio Codec
FS	Full Scall
GPS	Global Positioning System
GPRS	General Packet Radio Service
HDD	Hard Disk Drive
HP	High Pass
IBM	International Business Machines Corporation
ISO	International Standards Organization
LH	Low Pass
MMS	Multimedia Messaging Service
MPEG	Moving Picture Experts Group

MP3	MPEG Audio Layer III
RA	Real Audio Media
SMS	Short Message Service
SPL	Sound Pressure Levels
PCM	Pulse Code Modulation
VBR	Variable Bitrate
VST	Virtual Studio Technology
WAV	Waveform audio file format
Wi-Fi	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
WMA	Windows Media Audio
ULV	Ultra Low Voltage
USB	Universal Standard Bus
SSD	Solid State Drive

Seznam tabulek

Tabulka 1: Frekvenční pásma.....	21
Tabulka 2: Reálné hodnoty dynamického rozsahu.....	21
Tabulka 3: Používané vzorkovací frekvence u zvuku	38
Tabulka 4: Používané bitové hloubky u zvuku	40
Tabulka 5: Popis parametrů k nastavení efektu Ekvalizér	48
Tabulka 6: Základní parametry k nastavení kompresoru	49
Tabulka 7: Přehled zkratk pořízených nahrávek z mobilních zařízení.....	63
Tabulka 8: Nastavení spektrální analýzy	70
Tabulka 9: Nastavení zobrazení spektrální analýzy	71
Tabulka 10: Význam statistických údajů.....	72
Tabulka 11: Náročnost na operační systém.....	74
Tabulka 12: Přehled parametrů a stupnice hodnocení pro porovnávané audio programy ..	75
Tabulka 13: Hodnocení porovnaných audio programů	76
Tabulka 14: Náročnost na operační systém.....	77
Tabulka 15: Náročnost programu Audacity na operační systém.....	78
Tabulka 16: Náročnost programu Music Editor Free na operační systém	79
Tabulka 17: Vyhodnocení nahraných záznamů z mobilních zařízení (před a po úpravách)87	
Tabulka 18: Přehled realizace úprav frekvenčních charakteristik v audio programech.....	90
Tabulka 19: Přehled po ekonomické stránce úprav frekvenčních charakteristik v audio programech	91
Tabulka 20: Výsledné pořadí vhodného použití mobilních zařízení s kombinací audio programu.....	92
Tabulka 21: Srovnání cen mobilních zařízení v roce 2013	93

Seznam obrázků

Obrázek 1: Tvar zvukové vlny – sinusový kmit.....	19
Obrázek 2: Sluchové pole s výrazněnými oblastmi hudby a řeči.....	20
Obrázek 3: Křivky stejných hlasitostí podle ISO 226:2003	23
Obrázek 4: Edisonův fonograf.....	26
Obrázek 5: Berlinerův gramofon	26
Obrázek 6: Přenosná hudební zařízení zleva – iPod Clasic (160 GB) a iPod Touch (64 GB)30	
Obrázek 7: Nejnovější mobilní telefony zleva – Samsung Galaxy S 4 a HTC One	32
Obrázek 8: Frekvenční charakteristika mikrofonu Oktava MK – 012 použitého v praktické části.....	36
Obrázek 9: Porovnání počtu vzorků na kvalitu zrekonstruovaného signálu	38
Obrázek 10: Porovnání bitové hloubky	39
Obrázek 11: Porovnání kombinací bitové hloubky a vzorkovací frekvence.....	40
Obrázek 12: Vysvětlení časových parametrů v grafickém znázornění	49
Obrázek 13: Pracovní plocha programu Audacity 2. 0. 3 a frekvenční analýza	52
Obrázek 14: Pracovní plocha programu Music Editor Free a frekvenční analýza	53
Obrázek 15: Pracovní plocha programu Wavosaur a 3D frekvenční analýza.....	54
Obrázek 16: Pracovní plocha programu Cubase 7	56
Obrázek 17: Pracovní plocha programu Adobe Audition CS6 a frekvenční analýza	57
Obrázek 18: Pracovní plocha programu Pro Tools 10	58
Obrázek 19: Diktafon Edirol R09, přenosové hudební zařízení iRiver T10 a Mercury iXA59	
Obrázek 20: Mobilní telefon Nokia E51 a Samsung Galaxy S	59
Obrázek 21: Tablet BlackBerry Playbook a Samsung Galaxy Tab 2.....	60
Obrázek 22: Notebook Dell XPS M1330	60
Obrázek 23: Umístění reproduktoru a srovnávacího mikrofonu	62
Obrázek 24: Umístění reproduktoru a mobilního telefonu.....	63
Obrázek 25: Pořízená nahrávka s nepotřebnými oblastmi na krajích stopy.....	65
Obrázek 26: Vkládání jednotlivých efektů pomocí Inserts a efekt Equalizers.....	66
Obrázek 27: Nastavení Ekvalizér GEQ-30.....	67
Obrázek 28: Nastavení Ekvalizér StudioEQ	67
Obrázek 29: Nastavení Ekvalizér/filter – Q	68

Obrázek 30: Nastavení efektu Noise Gate.....	68
Obrázek 31: Nastavení efektu Compressor	69
Obrázek 32: Nastavení procesu Normalize	69
Obrázek 33: Spektrální analýza výsledného zvukového signálu – NZ1_DED	71
Obrázek 34: Statistické údaje o zvukovém signálu	72
Obrázek 35: Nastavení parametrů v exportu zvukového souboru.....	73
Obrázek 36: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ1_DED	81
Obrázek 37: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ2_MP3IR	81
Obrázek 38: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ3_MP3MER.....	82
Obrázek 39: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ4_TELSAM	83
Obrázek 40: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ5_TELNOK	83
Obrázek 41: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ6_TABBLACK.....	84
Obrázek 42: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ7_TABSAM.....	85
Obrázek 43: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ8_NOTDELL	85
Obrázek 44: Přehled nahrávek před úpravami – první čtyři audio nahrávky.....	88
Obrázek 45: Přehled nahrávek před úpravami – poslední čtyři audio nahrávky.....	88

Úvod

Začátek 21. století je charakteristický rozvojem nových technologií a technických inovací. Otevírají se nové možnosti v oblasti záznamu zvukových signálů. Již není nutné ručně zapisovat poznámky během prezentací a konzultací. Přichází otázka, jak nejlépe pořídit a zpracovat informace. Nabízí se možnost snímat celou prezentaci na kameru, ale s tím je spojeno více komplikací v editační oblasti. Snadná možnost je zaznamenat pouze zvuk, který se lépe upravuje a nezabírá takový objem zaznamenaných dat na použitém zařízení jako video. Díky novým technologiím je zpracování pořízených nahrávek stále jednodušší a efektivnější. Otázkou je, zda kvalita zvuku, pořízená mobilními přístroji, které jsou převážně určené na jiné účely, postačuje manažerovi k jeho účelům, k záznamu zvuku.

V diplomové práci se porovnávají zvukové záznamy pořízené mobilními zařízeními a editační možnosti zvukových záznamů v audio nástrojích. Je důležité ověřit i ekonomické hledisko, kde se zjišťuje, zda je pro manažera výhodnější zakoupit si levné mobilní zařízení a následně investovat čas a finanční prostředky do komerčních či freewarových programů, které vylepší kvalitu zvuku pořízených nahrávek.

Nejdříve je provedena historická analýza technologií audio záznamových zařízení od historických technologií k moderním technologiím 21. století, kde se setkáváme s dramatickými změnami ve velice krátkém časovém období. Posléze se práce zabývá možnostmi ukládání digitálních zvukových dat a jejich charakteristickými vlastnostmi. V šesté kapitole diplomové práce jsou rozepsány postprodukční kroky. Zahrnují běžně používané editační úpravy a signálové procesory k vylepšení zvuku. V následující kapitole je popsán přehled nabízených freewarových a komerčních programů pro úpravy audio signálů.

V praktické části je základním cílem porovnat freewarové a komerční nástroje, se kterými se pracuje na zlepšení zvukových nahrávek pořízenými mobilními zařízeními. Pro porovnání je vytvořeno osmnáct parametrů, z nichž je vybrán jeden audio software. Závěrem se vyhodnocují pořízené audio nahrávky, porovnávají audio programy a v ekonomické části jsou zjištěny možné varianty pro získání nejkvalitnější nahrávky.

1. Rešerše literárních zdrojů

Při psaní diplomové práce bylo využíváno mnoho zdrojů informací. Nejdůležitějšími zdroji byla tištěná monografie, online databáze na internetu, a placená databáze ProQuest v knihovně Technické univerzity v Liberci.

VLACHÝ, V. *Praxe zvukové techniky*. 3. vyd. Praha: Muzikus, 2008, 297 s., ISBN 978-80-86253-46-5

Kniha *Praxe zvukové techniky* vyšla 17. 10. 2008 jako třetí aktualizované a doplněné vydání s novými informacemi. Obsahovala důležité údaje o mikrofonech, jejich technologiích a směrových charakteristik. A oproti druhému vydání z roku 2000 rozšiřovala informace o digitálním audio signálu, editaci, mixování a pluginech.

JARMIC, T. and DUSAK, V. Minimal requests on high-fidelity audio recording and reproduction. *Central European Conference on Information and Intelligent Systems (CECIIS)*, Varazdin: Faculty of Organization and Informatics on 2009, p. 271-278, ISSN 1847-2001

Tento článek byl součástí konference Central European Conference on Information and Intelligent Systems (CECIIS), konané v Chorvatsku ve městě Varazdin v roce 2009. verze Je k dispozici online v databázi ProQuest pod číslem dokumentu 1313191683. V článku se popisují možnosti použití vysoké audio kvality používané při nahrávání a reprodukci zvukového signálu.

2. Nahrávání zvuku v pozici manažera

Manažer je člověk, jehož náplní práce je starat se a řídit tým spolupracovníků. Nevýhodou pro manažera je to, že kvůli pracovní vytíženosti je mu odebrána možnost kariérního růstu. Začíná se totiž více věnovat organizačním činnostem a odborné zdokonalování musí stranou. Kvůli uvedenému problému nemůže mít manažer postavenou autoritu pouze na odborných znalostech. Současně se jeho role prolíná ve vůdčí a vyjednávací. Proto je důležité, aby manažer správně dokázal komunikovat s lidmi. [1]

Při různých přednáškách, prezentacích nebo konzultacích není možné zapamatovat si vše. Pokud se následně pracuje s informacemi, je vhodné si informace zaznamenávat pro pozdější práci s nimi. Výhodně zaznamenané uvedené situace, poslouží manažerovi i k sebereflexi. Může si zpětně kontrolovat, jak komunikuje se spolupracovníky a následně zdokonalovat a rozvíjet své komunikační a manažerské schopnosti. [2]

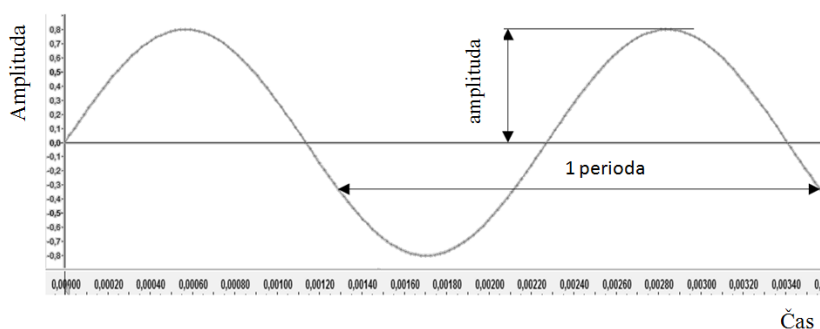
Činnost manažera [2]

- Dohlíží na časový plán, aby bylo v čas dosaženo cíle.
- Rozděluje úkoly podle schopností jednotlivce.
- Využívá efektivně přidělené zdroje.
- Vymýšlí a realizuje inovace k vylepšení činností.
- Rychle se adaptuje na okolní vlivy a odpovídá na ně.
- Zabraňuje pravděpodobným negativním situacím. Pokud vzniknou, adekvátně na ně reaguje.
- Neustále monitoruje pokroky v práci. V situaci neodpovídající výsledkům, upravuje svá stanoviska.

3. Vlastnosti zvuku

Jak uvádí Schauer [3 s. 3], „Zvuk je mechanické vlnění v plynech, kapalinách a pevných látkách, které dokáže vnímat lidský sluchový orgán a mozek zpracovat ve zvukový vjem.“

Zdrojem hlasu jsou hlasivky, tedy lidský orgán, který umožňuje lidem mluvit. Vývoj zvukové vlny se v jednoduchém tvaru znázorňuje křivkou zvanou sinusoida, která je zobrazena na obrázku č. 1. Uvedenému kmitu se také říká jednoduchý, sinusový nebo harmonický. Pokud křivka, která charakterizuje akustický děj, má složitější vývoj než harmonický (děj je stále periodický), mluví se o složeném tónu. [4]



Obrázek 1: Tvar zvukové vlny – sinusový kmit

Zdroj: Z programu Audacity – vlastní

Svislé odchylky se označují jako amplitudy. Horizontálně se zobrazuje vývoj křivky v kladných a záporných hodnotách, jež tvoří jeden kmit nazývaný perioda. Amplituda je úměrná síle a intenzitě tónu. Délka periody znázorňuje frekvenci tónu, která je nepřímo úměrná délce periody. Z toho vyplývá: čím hustší sinusoida a zároveň kratší perioda, tím je vyšší frekvence, kmitočet i vyšší tón. [5]

Průběh kmitu nabývá dvou stavů, první je periodický (opakuje se neustále stejným způsobem) a druhý neperiodický (kmity se ve svém průběhu mění). První stav nazýváme tóny, druhý hluky nebo šumy. [4]

3.1 Psychoakustické vnímání

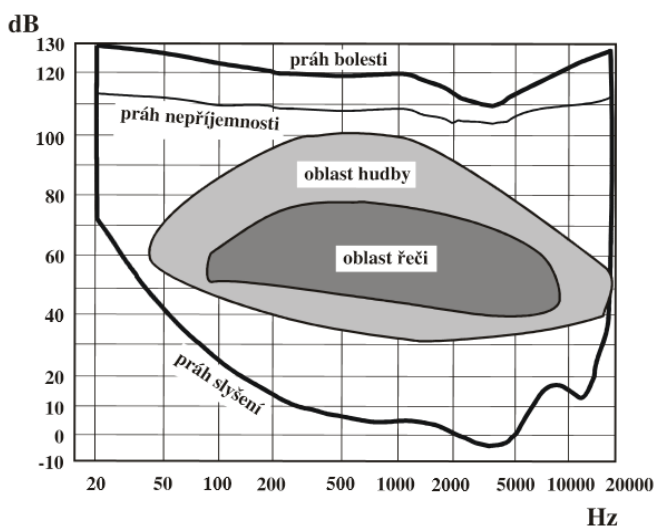
Věda o chování zvukové vlny se nazývá akustikou. Zajímá se o vznik, šíření a vnímání zvukové vlny. Termín akustika se používá pro popis fyzikálního chování zvukových vln

v místnosti. Obor, který se zabývá lidským vnímáním akustiky, se jmenuje psychoakustika. Tento obor se týká vztahem našeho subjektivního vnímání zvukových vln. [6]

Závislost je individuální na citlivosti lidského ucha a spojeného nervového systému. Ucho je orgán, jenž slouží k přijímání zvukových informací, které přeposílá pomocí nervového systému do mozku. V důsledku psychoakustického vnímání zvuku, lze programovat algoritmy, které se využívají v komprimačních zvukových souborech.

Frekvenční rozsah – frekvence používá jednotku hertz¹ (Hz), kde 1 Hz = 1 kmit za sekundu. Intenzita zvuku (hlasitost) se měří v jednotce decibel (dB). Běžný člověk je schopný rozlišit tón ve frekvenčním rozsahu 20 Hz (hluboký, dunivý bas) – 20 kHz (pronikavé pištění), viz tabulka č. 1. [7]

Pro srozumitelnost řeči je důležitý interval frekvence 1 – 4 kHz. Pro uvedený rozsah je lidské ucho výrazně citlivé. Na obrázku č. 2 je možné vidět oblast hudby a zvuku, práh bolesti, nepříjemnosti a slyšení. Slyšitelný frekvenční rozsah se nachází mezi infrazvukem a ultrazvukem. Nalevo od frekvence 20 Hz se nachází oblast infrazvuku a nad frekvencí 20 kHz oblast ultrazvuku, které již člověk neslyší. [8]



Obrázek 2: Sluchové pole s výrazněnými oblastmi hudby a řeči
Zdroj: http://fu.ff.cuni.cz/vyuka/akustika/3_psychoakustika.pdf

¹ Jednotka je nazvána podle Heinricha Hertze, který v roce 1888 formuloval teorii o vztahu mezi zvukovými cykly a jejich frekvencí. [7]

Tabulka 1: Frekvenční pásma

Název	Frekvence [Hz]	Charakteristika
Subbasové	20 – 60	Dodává sílu nahrávce i přesto, že je málo slyšet.
Nižší středy	250 – 2 000	Vyšší základní a bezmála veškeré harmonické tóny majoritní skupiny nástrojů.
Vyšší středy	2 000 – 4 000	Pásmo srozumitelnosti řeči, zvýrazněním se může zlepšit jeho pozice v nahrávce.
Výšky	4 000 – 6 000	Podstatné pro slyšitelnost nástrojů a jeho zesílení předává nahrávku více k posluchači.
Vyšší výšky	6 000 – 20 000	Podstatné pro jas a ostrost zvuku, pokud se přezene zesílením, může vznikat sykání nebo zvýšení šumu.

Zdroj: <http://files.test-nastroju.webnode.cz/200003105-ae386af318/domacinahravanimuziky.pdf>

Dynamický rozsah – lidský sluch detekuje malé změny v tlaku vzduchu, v rozmezí od 10 μPa do 100 Pa. Detekce zmíněných malých odchylek se vyskytuje v přítomnosti atmosférického tlaku, přičemž 1 atm = 101,3 kPa. Mezinárodní standard pro měření akustického tlaku je 20 μPa (0dB), uvedená hodnota vyjadřuje hranici tichosti, i poté, co polovina populace vnímá zvuky v nižších úrovních. Na opačném konci stupnice zvukového tlaku, představují pro člověka nepříjemné až bolestivé pocity, jedná se o akustický tlak vyšší než 100 Pa (134 dB), viz tabulka č. 2. V rámci rozsahu akustického tlaku, mohou lidé zpravidla rozpoznat změny 1 dB. [9]

Tabulka 2: Reálné hodnoty dynamického rozsahu

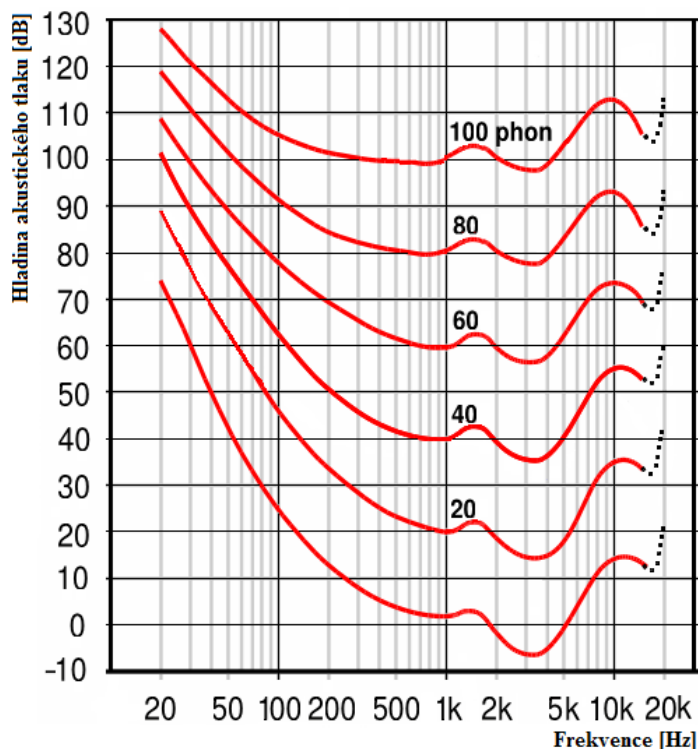
Typ zvuku	Dynamický rozsah
Raketové motory	180
Proudové motory	160
Trvalé poškození sluchu	150
Práh bolesti (vzletové a přistávací dráhy)	140
Na pódiu rockové kapely nebo symfonického orchestru	130
Hlasitý zpěv před uchem	120
Elektrické nářadí a kytary	110
Metro, hlasitý zpěv – při dlouhém vystavování způsobuje mírné až těžké poškození sluchu	100
Těžký nákladní automobil, dětský pláč	90
Rušná ulice	70
Průměrná hlasitost konference	60
Klidná kancelář, nahrávací studio	30
Noční zvuk hmyzu, šepot	10
Práh slyšení	0

Zdroj: [6]

Hlasitost závislá na frekvenci – v důsledku fyzikálních vlastností sluchového systému, nemůže člověk vnímat všechny frekvence stejně hlasitě pro stejnou úroveň akustického tlaku. Dále změnou vnímané hlasitosti se funkce frekvence mění s úrovní hlasitostí. Křivky stejné hlasitosti, se nazývají Fletcher – Munsonovi křivky nazvané po původních výzkumnících. Ukazují vliv hladiny akustického tlaku na spektrální citlivost našeho sluchového systému. Měření se výrazně liší mezi jednotlivci a jsou z průměrných hodnot.

Pro svůj experiment použili sluchátka s čistými tóny. Později Robinson a Dadson použili reproduktory k reprodukci čistých tónů ve zvukově izolované místnosti. Dvě sady křivek se liší, ale obě ukazují vrchol citlivosti kolem 4 kHz. V blízkosti rezonančního kmitočtu zvukovodu je významné snížení citlivosti při extrémních frekvencích, zejména u nízkých frekvencí. Obrázek č. 3 ukazuje nejnovější data podle ISO, který se poněkud liší od dřívějšího výzkumu, zejména v nízkých frekvencích. Zploštění citlivosti křivek má významné důsledky pro mixování zvuku. Jak je vidět na obrázku č. 3, křivky hlasitosti se zplošťují kolem 80 dB SPL, standardní úroveň poslechu je při 85 dB SPL. Při mixování v uvedené průměrné hlasitosti, bude spektrální rovnováha vnímána jako správná pro běžné úrovně hlasitosti. Při poslechu na nízké hlasitosti, jsou zejména nízké frekvence neefektivní a je tendence k jejich zvyšování. Když hraje zvukový signál při vyšší hlasitosti, je basová oblast výrazná. [9]

Křivka na grafu je známa také pod označením phon křivka, jsou na ní znázorněny závislosti hladiny akustického tlaku a frekvence. Při 1 kHz jsou phon hodnoty rovny odpovídající hodnotě SPL a vykreslují kolísání v SPL v rámci frekvence nutné zachovat stejný pocit hlasitosti. Např. při 1 kHz odpovídá 50 phon křivka hodnotě 50 dB SPL, ale když se sníží frekvence na 30 Hz, prolíná se hodnota s 82 dB SPL. Vznikne rozdíl kolem 32 dB, to znamená, že 30 Hz signál musí být o 32 dB na vyšší úrovni než je signál o 1 kHz při 50 dB, aby byl zvuk o stejné hlasitosti. [10] Při standardní úrovni 85 dB SPL, ale již od 80 dB, je vzniklý rozdíl o hodně menší.



Obrázek 3: Křivky stejných hlasitostí podle ISO 226:2003

Zdroj: <http://www.sengpielaudio.com/ISO226LoudnessCurves.gif>

Rozlišovací frekvence – v centru slyšitelného frekvenčního pásma v dokonalých podmínkách je možné rozpoznat malou změnu frekvence. Na pomezích pásma je rozpoznávací schopnost značně menší. [11]

Frekvenční maskování – frekvenční vlastnost rozpoznává dva frekvenčně podobné tóny. V situaci, kdy se dva tóny překrývají, může jeden z tónů potlačit slyšitelnost druhého s nižší hlasitostí. Jmenovaný problém se nazývá frekvenční maskování. [8]

Časové maskování – jestliže dva identické tóny následují po sobě s rozdílnými hlasitostmi, je rozpoznání tiššího tónu potlačeno. Tichý tón bývá potlačen i v situaci, předchází-li maskovacímu tónu. [11]

Výška tónu – frekvence ustanovuje výšku zvukového tónu, čím vyšší je frekvence tónu, tím je jeho výška větší. U jednoduchých tónů se udává frekvence absolutní výšku tónu, naopak u složených tónů, který zahrnuje složky rozdílných frekvencí, je charakterizována primárně tj. nejnižší frekvencí. Zpravidla absolutní výšku tónu nelze bezprostředně stanovit sluchem, proto se používá relativní výška tónu. Je vypočítána poměrem frekvence určitého tónu k frekvenci tónu primárního. [4]

Barva tónu – je vlastnost, která rozlišuje tóny stejných výšek a hlasitostí. Např. lidský hlas má odlišné zabarvení. [4]

Po seznámení s vlastnostmi zvuku je v další kapitole popsáno nahrávání zvukového signálu.

4. Záznamová zařízení zvuku

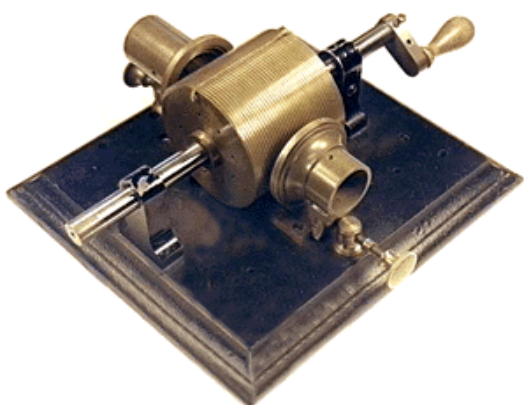
Možnost zaznamenat zvuk a následně ho spustit patří mezi významné vynálezy lidstva. Člověk se snažil již od počátku uchovávat a předávat informace, nejdříve slovy, později písmem. Ale až v 19. století započala éra objevů a vynálezů v oblasti akustiky a přístrojů na zaznamenávání zvukových signálů. Elektrizace ve 20. století posunuly možnosti přístrojů mnohonásobně dále a postupné miniaturizování zapříčinilo k rozvoji malých mobilních zařízení.

4.1 Historie analogových záznamových zařízení

Na rozšíření analogové záznamové techniky měla vliv rozrůstající komerční vrstva. Trend vývoje určovalo pět oblastí, a to: nahrávací studia, rozhlas, zvukový film, firmy vyrábějící záznamová zařízení i média a výroba levných účelových záznamových zařízení pro veřejnost. [12]

4.1.1 Mechanický záznam

První zvukový záznam byl realizován na přístroji zvaném fonograf, viz obrázek č. 4. Vynalezl ho Thomas Elva Edison v roce 1877 a vznikl spojením dvou zařízení, telegrafu a telefonu. Nejdříve pracoval s rycím hrotem, který byl uchycen na membránu, proti pohybujícímu se parafinovému papíru. Později Edison vyměnil papír za kovový válec se staniolovou fólií. [13]



Obrázek 4: Edisonův fonograf

Zdroj: <http://www.fonogram.4fan.cz/img/78edison.gif>

Druhým vynálezem se stal gramofon, viz obrázek č. 5, který pomocí jehly mechanicky zaznamenával zvuk na gramofonovou desku. Byl vynalezen Emilem Berlinerem v roce 1887. Záznam na gramofonovou desku měl oproti záznamu na válec dvě výhody. První výhoda spočívala ve 4 minutové délce záznamu (válec zaznamenával 2 minuty) a druhou výhodou je sériová výroba.



Obrázek 5: Berlinerův gramofon

Zdroj: <http://www.fuxon.sk/videostudio/images/historia%20png/zvuk/07%20-%20Gramofon.png>

Od roku 1925 byl gramofon namísto pružiny poháněn elektricky. Postupem času se měnily rychlosti otáček a materiály gramofonových dlouhohrajících desek (longplaying – LP). Po druhé světové válce se začaly používat polyvinylové desky a jejich rychlost pohybu byla 45 otáček za minutu. Poslední desky se pohybovaly rychlostí 33,3 otáček za minutu a zaznamenaly na jednu stranu přibližně 22 minut. [14], [15]

4.1.2 Optický záznam

Způsob optického záznamu, který byl poprvé použit v zařízení nazývaném Photographon, vymyslel Ernst Ruhmer v roce 1901. Optický záznam si držel své prvenství ve zvukovém filmu do roku 1943, a to díky svým pozitivním vlastnostem (identická délka záznamu obrazu i zvuku, reprodukování fotoelektrickým způsobem bez opotřebení). Po druhé světové válce byl princip optického záznamu z odvětví záznamu a zpracování filmového zvuku nahrazen magnetickým. [13]

4.1.3 Magnetický záznam

Prvním přístrojem se stal Telegraphon, vymyšlený a vyrobený počátkem roku 1900 dánským inženýrem Valdemarem Poulsenem za účelem záznamu Morseových značek na ocelový drát. Počátkem 20. let dvacátého století navázal na vynález německý inženýr Kurt Still a zkonstruoval diktafon nahrávající elektronicky zesílený zvuk. [13]

Typickým elektronickým zařízením pro záznam zvuku je magnetofon, zaznamenával informace na pás zmagnetovaného materiálu. Zvukový signál se převedl na proměnlivé elektrické napětí a zesílený se dostával na záznamovou hlavu. Ta je tvořena železnými plíšky ve tvaru prstence, jenž je v jednom místě je přerušen a kolem něj je ovinuta cívka. Vzniklé uspořádání tvoří malý elektromagnet. Nahrávaný pásek se pohybuje u místa přerušného prstence, kde se tvoří indukované magnetické pole (mezi póly elektromagnetu). [15], [16]

Prvním typem byl cívkový magnetofon, který používal papírový pásek s nanesenou vrstvou oxidu železa. V prvních zařízeních se musel pro dostatečnou kvalitu záznamový materiál pohybovat rychlostí 76,2 cm/s. Později byla rychlost u studiových zařízení snížena na 38,1 cm/s a používal se rozměr pásku o šířce – 6,3 mm (dvě stopy o 2,75 mm) tloušťce 0,05 mm. [15], [16]

Druhým typem se stal v 60. letech kazetový magnetofon, vzhledem k nízké rychlosti pásky 4,76 cm/s (normalizovaná rychlost) byla nižší kvalita záznamu. Kvalita záznamu se později vylepšila s novými vrstvami z oxidu chromitého a jiných materiálů. Zlepšení

vlastností záznamu se ještě získalo za použití technologií Dolby pro potlačení šumu. Magnetofonová kazeta zůstala v domácím použití do 90. let dvacátého století. [15], [16]

Objev magnetického záznamu byl významný pro pořízené nahrávky zvuku, které se díky tomuto objevu mohly upravovat. Bylo možné špatnou část nahrávky magnetického pásku odstranit stříháním. Digitální doba nahradila záznam magnetický (pokud jde o editaci digitálního záznamu, rozepisuje se v kapitole šesté). Pod pojmem digitální éra se převážně vybaví osobní počítače, které byly postupně nahrazeny miniaturizovanými zařízeními, tzv. mobilními. Jejich přehled je rozepsán v následující kapitole.

4.2 Mobilní digitální zařízení

Mobilní technologie jsou v dnešní době nedílnou součástí každodenního života. Elektronická zařízení nahrazují nejrůznější záznamové prostředky doby minulé. Masivnímu rozšíření nejrůznějších mobilních zařízení pomáhá kromě případné miniaturizace, také masová produkce, která umožňuje dále snižovat cenu a tak nabízet další snížení koncové ceny. Technologické inovace nabízejí také integrace několika zařízení do jediného kompaktního těla. Zařízení tak získávají některé funkce, které byly dříve dostupné pouze ve formě specializovaných zařízení. Velký potenciál digitálních mobilních zařízení, spočívá v jejich možné interakci mezi sebou. Např. pomocí bezdrátových technologií typu Wi-Fi anebo Bluetooth.

V poslední době se do popředí výrazně dostává mobilní připojení k Internetu, v důsledku čehož mohou zařízení využívat naplno svého potenciálu. Uživatelé tak mohou využívat nové možnosti moderních zařízení. Vzhledem k novým technologiím nabízejí mobilní zařízení značný pokrok ve výkonu, ale stále limitní oblastí je omezená výdrž baterie. Některá mobilní zařízení nabízejí v amatérské audio oblasti nevídané možnosti, které dříve byly představitelné jen na studiových zařízeních nebo na osobních počítačích. Mezi mobilní zařízení patří např. hudební přehrávače, diktafony, mobilní telefony, notebooky, tablety a další.

4.2.1 Přenosný hudební přehrávač

Digitální přenosný hudební přehrávač je digitální audio zařízení, slouží k přehrávání nejrozličnějších zvukových formátů. Vzhledem ke značnému rozšíření zvukového formátu MP3, nabízejí hudební přehrávače především přehrávání zvukového formátu MP3. Některá zařízení umí zároveň přehrávat některé další zvukové formáty, např. Ogg, WMA, AAC, WAV, AIFF aj. Některé přenosné hudební přehrávače umožňují také nahrávat zvukový záznam, pomocí integrovaného mikrofonu.

Nabízena jsou zařízení nejrozličnějších rozměrů. Od miniaturních po poměrně velká zařízení, které jsou podobné velikosti mobilních telefonů (maximální 123,5x61,8x10,5 mm). Dle rozměrů a zaměření se odvíjí také hmotnost (od 22 do 140 gramů). Pro provoz se používají integrované akumulátory nebo vyjímatelné tužkové baterie. Doba provozu při přehrávání hudby se pohybuje až na hodnotu 36 hodin. [17]

Pro data, která jsou určena k přehrávání, se používají zpravidla paměti typu flash (až do velikosti 64 GB), viz obrázek č. 6. V některých případech jsou místo flash pamětí použity disky typu HDD (až do 160 GB), viz obrázek č. 6. Zařízení s pevným diskem obsahují mechanické části, aby nedocházelo k přeskokování skladeb musí využívat vyrovnávací paměť. Flash paměti tento problém nemají, taková mobilní zařízení jsou tím odolnější. Zařízení používají pro přenos dat připojení standardu USB, některá bezdrátovou technologii Bluetooth atd.

Obsahují integrovaný FM tuner pro příjem rozhlasového vysílání. Vlivem zvětšování displeje hudebních zařízení, jsou na trhu nabízeny hudební (multimediální) přenosné přehrávače, který dostatečně zobrazí (obrázky, text nebo videa). Cenové rozpětí se pohybuje od 300 Kč do 11 000 Kč. Nejdražší nabízené zařízení na trhu je iPod Touch od společnosti Apple, který nabízí výkonný procesor (přehrávání HD videa), fotoaparát, dotykově ovládaný 4“ displej a bezdrátové připojení Wi-Fi aj, viz obrázek č. 6. [17]



Obrázek 6: Přenosná hudební zařízení – iPod Classic (160 GB) a iPod Touch (64 GB)
Zdroj: <http://www.alza.cz/mp3/18843093.htm>

4.2.2 Digitální záznamník

Elektronické zařízení určené pro nahrávání zvukového záznamu. Frekvenční charakteristika mikrofónů je především přizpůsobena rozsahu lidské řeči. Digitální diktafony nahrávají zvukový záznam do integrované paměti, případně na externí paměťové karty, pokud to zařízení umožňují. Podporované jsou zpravidla formáty záznamu i přehrávání ve formátech WAV, WMA a MP3.

Dosahují maximálních rozměrů 110x40x16 mm a hmotnosti kolem 90 gramů. Pro provoz se používají integrované akumulátory nebo vyjímatelné tužkové baterie, které vydrží v režimu nahrávání až 15 hodin ve formátu WAV (128 kbps) a až 133 hodin při formátu MP3. Pořízené záznamy se přenášejí ze zařízení pomocí USB rozhraní nebo čtečky paměťových karet.

Zařízení mají kapacitu v rozmezí 1 až 8 GB a černobílý monochromatický displej velikosti kolem 1“. Navíc jsou vybaveny funkcemi: přeskočení prázdného místa v záznamu, vyvážení hlasu a potlačení šumu. Také lze nastavit automatické vypnutí a vyhledávat soubory podle klíčových slov (datum, obrázky). Pořizovací cena diktafonů se pohybuje od 650 Kč do 13 000 Kč. Základní modely mají pouze jeden mikrofón, ale většina kvalitních zařízení obsahuje dva mikrofony pro kvalitní stereo záznam a také mají možnost připojení externího mikrofónu. [18]

4.2.3 Mobilní telefon

Původním určením mobilního telefonu byl přenos hlasových hovorů. Technologický pokrok umožnil nabídku dalších služeb (SMS, MMS, připojení k Internetu atd.). S mobilitou zařízení došlo k velkému rozšíření mezi uživateli. Mobilní telefony se staly téměř nezbytností. Takové zařízení je ideální k integraci dalších technologií, např. GPS, fotoaparát, audio/video záznamové zařízení aj. Pracují se zvukovými formáty AAC, MP3, AIFF, WAV aj.

Rozměrově dosahují rozměrů až 138x70x9 mm a maximální hmotnosti kolem 200 gramů. Při poslechu hudby vydrží vestavěný akumulátor až 40 hodin provozu a při pohotovostním režimu až 225 hodin. Paměťová kapacita se u některých modelů dá rozšířit pomocí paměťových karet. Integrovaná paměť telefonů dosahuje velikosti až 64 GB. Pro přenos dat se využívají technologie: Wi-Fi, Bluetooth, Irda a USB. Připojení k Internetu je realizováno technologiemi standardů GPRS, EDGE, UMTS, HSPDA a začínající LTE. [19]

Populárními se staly zařízení, které k ovládání používají dotykové displeje (velikosti až 5“), které dosahují rozlišení až Full HD. Některé modely obsahují více mikrofونů (především 2) pro detekci okolního ruchu. Porovnáváním informací z obou mikrofонů se odstraňuje okolní rušení a v ideálních podmínkách by mělo docházet pouze k přenosu hovoru uživatele. Některé modely obsahují i více mikrofонů, které jsou určeny pro nahrávání audia k video souborům, kvůli tomuto účelu jsou umístěny na zadních stranách zařízení. Pro náročné uživatele mohou být vhodné odolné telefony, které jsou ze speciálních konstrukcí, odolávající vlhkosti, vodní mlze, vodě a pádům. Baterie u těchto zařízení vydrží v pohotovostním režimu od 130 do 3 600 hodin. Mobilní telefony se odlišují používaným operačním systémem, např. iOS, Android, Windows Phone 8 a BlackBerry OS. Cenové rozpětí mobilních zařízení je od 350 Kč do 34 000 Kč. [19] Na obrázku č. 7 jsou zobrazeny nejnovější vlajkové mobilní telefony v roce 2013.



Obrázek 7: Nejnovější mobilní telefony p– Samsung Galaxy S 4 a HTC One

Zdroj: <http://www.svetandroida.cz/sekce/novinky>

4.2.4 Notebook

Notebook je označením pro přenosný osobní počítač. Postupem času se rozšiřují jejich vlastnosti a dochází k častým inovacím. Notebooky se rozdělují do jednotlivých kategorií s vlastními parametry. Tato zařízení obsahují integrovaný mikrofón, jenž slouží primárně pro zaznamenání zvukových signálů a pro komunikaci přes internetové připojení. Pracují s nekomprimovanými i komprimovanými audio formáty. Rozměry, hmotnost a výdrž baterie jsou ovlivněny velikostí displeje a kategorií notebooku. Data jsou přenášena pomocí čtečky paměťových karet, Bluetooth, Wi-Fi, dále pak porty USB, HDMI, RJ-45 aj. Mezi rozšířené operační systémy patří Windows, Mac a Unix/Linux. [20] Níže jsou ve zkrácených větách popsány základní kategorie notebooků a jejich důležité charakteristiky.

Notebooky jedná se o základní označení uvedených zařízení. Také nabízejí široké spektrum použití pro různé podmínky, od kancelářských strojů po herní stroje s výkonnými grafickými kartami. Podobně jako mobilní telefony jsou nabízeny odolná zařízení, mezi vyšší třídu patří notebook za 80 000 Kč obsahuje displej o úhlopříčce 17,3“ s rozlišením Full HD s antireflexním povrchem, čtečku otisku prstů, splňující vojenské normy pro pád, vibrace, teplotu a nadmořskou výšku, pevný disk o kapacitě 750 GB s podporou 24 GB SSD disku aj. parametry. [20]

Mezi notebooky se zařazují zařízení, která jsou více mobilní a jsou vhodnější pro přenos a cestování. Mezi první patří netbook, který se vyznačuje menší velikostí displeje (10 – 11,6“). Prodávají se v cenové hladině od 4 500 Kč do 15 000 Kč (nejdražší modely mají dotykovou obrazovku). Jiným typem je zařízení Tablet PC. Jedná se o zařízení, které má charakteristiku notebooku a tabletu, a to díky klávesnici (mohou ji oddělit od dotykového displeje anebo mají otočný dotykový displej). Pořizovací cena se pohybuje od 11 500 Kč do 60 000 Kč. [21]

Poslední možností v sekci notebook je zařízení s označením Ultrabook, který vymyslela společnost Intel a název si zabezpečila ochrannou známkou. Notebook uvedeného označení má následující požadované vlastnosti. Procesor ULV od Intelu, SSD disk (není povinný), hmotnost do 1,4 Kg, maximální tloušťka do 21 mm, rychlý start a výdrž minimálně 5 hodin. Mají úhlopříčku displeje mezi 11 – 15,6“ (maximální rozlišení FULL HD a dotykové ovládání), procesory jsou výkonné (1,3 – 2 GHz) a úsporné (17 W), data jsou ukládána na pevné (kapacita 500 GB) a SSD disky (64 – 128 GB). Nejdražší zařízení stojí kolem 60 000 Kč. [22]

V České republice poprvé prodej notebooků za rok 2007 předběhl svým množstvím osobní počítače. Osobních počítačů se prodalo 454 970 kusů, zatímco notebooků 533 537 kusů. [23]

4.2.5 Tablet

Tablet je poměrně nové elektronické zařízení, z dnešního pohledu na toto zařízení, protože teprve nedávno se podařilo rozpoutat o zařízení masový zájem. Vzhledově a konstrukcí velice připomíná mobilní dotykový telefon, pouze je větší o několik centimetrů. Masové rozšíření tabletů rozpoutala firma Apple v roce 2010 se svým zařízením iPad. Od té doby většina firem zařadila do svého portfolia nové zařízení s názvem tablet. Obsahují operační paměť velikosti 256 MB – 2 GB, procesor o frekvenci 1 – 1,5 GHz (nabízí i více jádrové procesory), datové úložiště o maximální kapacitě 128 GB a možnost rozšíření o paměťovou kartu až 64 GB, úhlopříčka displeje je mezi 5 – 10,1“ (max. rozlišení HD Ready), výdrž baterie je až 10 hodin, hmotnost okolo 600 gramů. Pomocí fotoaparátu umožňují fotografovat a natáčet videa. Pro komunikaci s okolím využívají funkce Wi-Fi,

Bluetooth, čtečky paměťových karet, vložení sim karty (telefonovat a psát SMS, MMS) aj. Tablety se mohou rozdělit podle použitého operačního systému iOS, Android a Windows. Podle operačního systému zařízení pracují s jednotlivými zvukovými formáty (nekomprimovanými i komprimovanými). Cena tabletů se pohybuje v rozpětí od 1 600 Kč do 23 000 Kč. [24]

Jednotlivá přenosná mobilní zařízení mají své specifické vlastnosti. Tyto vlastnosti nás ovlivňují při používání mobilního zařízení, proto je nutné si při výběru uvědomit, k čemu přesně budeme zařízení používat. V další kapitole se popisuje důležitá součást nahrávacího procesu. Tato součást má velký vliv na kvalitu nahraného zvukového signálu.

4.3 Mikrofon

Jedná se o zařízení, které je důležité a v nahrávacím řetězci se nachází jako první. Mikrofon dnes najdeme v nahrávacích studiích, na pódiích, v televizích, kamerách, fotoaparátech, telefonech, noteboocích aj. mobilních zařízeních. Mikrofon je zařízení, které přeměňuje akustické zvukové vlny, např. hlas, na elektronický audiosignál.

4.3.1 Typy mikrofonních systémů

Dynamický – obsahuje plastovou membránu spojenou s cívkou, která je tvořena z jemného drátu. Cívka je umístěna uvnitř permanentního magnetu. Pohyb membrány rozpohybuje cívku uvnitř magnetického pole, a tím je tvořen elektrický proud. [25]

Páskový – je konkrétní typ dynamického mikrofону. Páskový mikrofon místo cívky používá velmi tenký kus vlnitého kovu zavěšeného v magnetickém poli. Kov se chová zároveň jako membrána k zachycení zvukové energie. Páskové mikrofony jsou méně citlivé, proto se zapojují s externím předzesilovačem. [25]

Kapacitní (kondenzátorový) – vibrující membrána je součástí kondenzátoru, který mění svoji kapacitu závisle na vibracích [26]. Mají mnohem pravdivější frekvenční charakteristiku než dynamické mikrofony, rozšíření až do nízkých a vysokých krajích

spektra. Proto jsou používány k zachycení jemných zvukových zdrojů, např. akustických kytar a hlasu. [25]

Elektretový – uvedený typ kondenzátorového mikrofonu obsahuje permanentně elektricky nabitou část. Vystupující signál z mikrofonu vyžaduje předzesilovač, který je napájen z baterie, umístěné v rukojeti mikrofonu. [26]

Uhlíkový (odporový) – pracuje na principu stlačování malých uhlíkových zrn vlivem zvukových vln a tím se mění elektrický odpor. [27]

Piezoelektrický – k poslednímu typu mikrofonu patří piezoelektrický. Piezoelektrický jev je založen na vlastnostech krystalů, vytvářet při deformaci elektrické napětí. Používají se především jako kontaktní mikrofony pro snímání vibrací. [26]

4.3.2 Směrová charakteristika

Směrová charakteristika se zanáší do kruhového diagramu. V důsledku předpokladu symetrické souměrnosti jsou zobrazeny rozdílné kmitočty na levé a pravé straně diagramu. Všechny mikrofony nesnímají zvuk shodnou metodou, proto některé snímají zvuk rovnoměrně bez závislosti na to, z jakého směru přichází, jiné jsou přizpůsobeny pro vstup zvukové vlny z jednotlivých směrů. Směrové charakteristiky mají odvozen název podle způsobu vstupu zvukové vlny k membráně. [26]

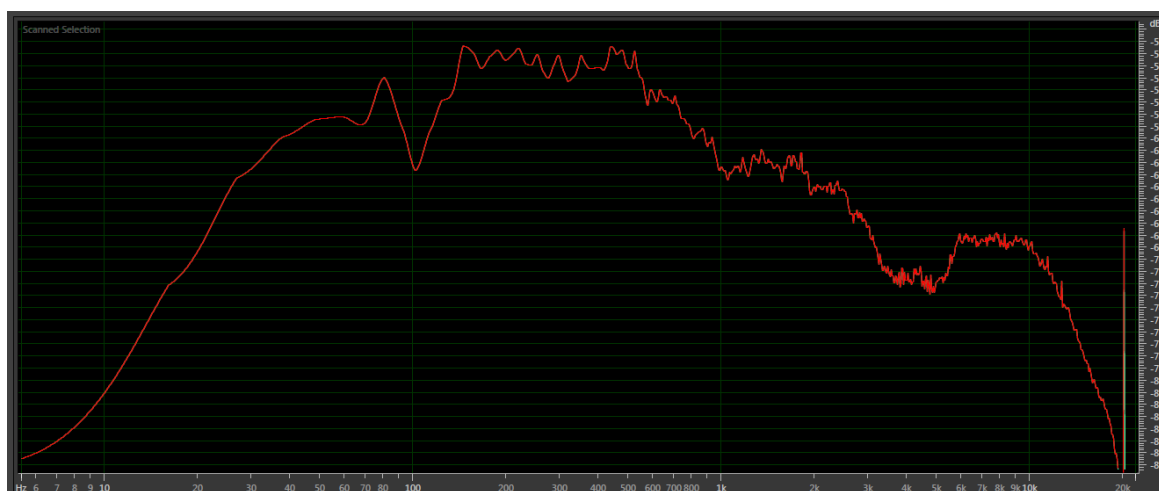
Kulová (všesměrová) charakteristika – dokáže zachytit přicházející zvuky všemi směry. Vlivem rozměrů mikrofonu dochází k nevhodnému přístupu zvukových vln na vyšších frekvencích. Vzhledem tomu je citlivost na výškách u zadní strany a ze stran o málo horší než ze předu. Neuplatňuje se efekt narůstání basů se zmenšující se vzdáleností. Mají převážně přirozenější zvuk, v důsledku zvuky vstupující ze směrů mimo osu mikrofonu jsou obecněji opravdovější. Mají i větší odolnost vzhledem rozruchům při zacházení a obvykle zaznamenávají vyšší akustický tlak. V praxi se používá při snímání několika lidí, např. při besedách a konferencích. [26]

Osmičková charakteristika – zaznamenává přicházející vlny stejně jak zepředu i zezadu, za to ze stran je necitlivá. Využívá se pro speciální případy, např. ve stereo systémech MS a nebo u dvou rozhlasových moderátorů mluvících proti sobě. [26]

Kardioidní (ledvinová) charakteristika – mikrofon je nejcitlivější na zvuky přicházející z přední strany, zvuky ze zadní strany jsou potlačeny, ale jsou částečně snímány i zvuky přicházející ze stran. [28]

4.3.3 Frekvenční charakteristika

U mikrofonu je kvalita zvuku měřena pomocí frekvenční charakteristiky. Vyjadřuje schopnost reprodukovat rozsah zvukových frekvencí. Lepší, dražší mikrofony mají široký frekvenční rozsah. To znamená, že jsou stejně citlivé na nízké, střední a vysoké tóny. Profesionální mikrofony jsou často popisovány grafem. Obrázek č. 8 ukazuje, jak citlivý mikrofon je při různých kmitočtech. Dokonalý mikrofon, zobrazí rovnou přímku probíhající od 20 do 20 000 Hz, představuje plochu frekvenční charakteristiky v celém slyšitelném frekvenčním spektru. Pokud jsou v grafu zobrazeny hrby (špičky), je mikrofon méně citlivý na některé frekvence. Citlivost mikrofonu se obvykle měří v mínus decibel, běžný mikrofon má citlivost -58 dB. Hodnota je důležitá, pokud se nahrávají velmi slabé zvuky (potom volit mikrofon s větší citlivostí). [29] Frekvenční charakteristika zobrazuje na ose X frekvenci v Hz a na ose Y úroveň hlasitosti v dB.



Obrázek 8: Frekvenční charakteristika mikrofonu Oktava MK – 012 použitého v praktické části
Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

5. Formáty zvukových souborů

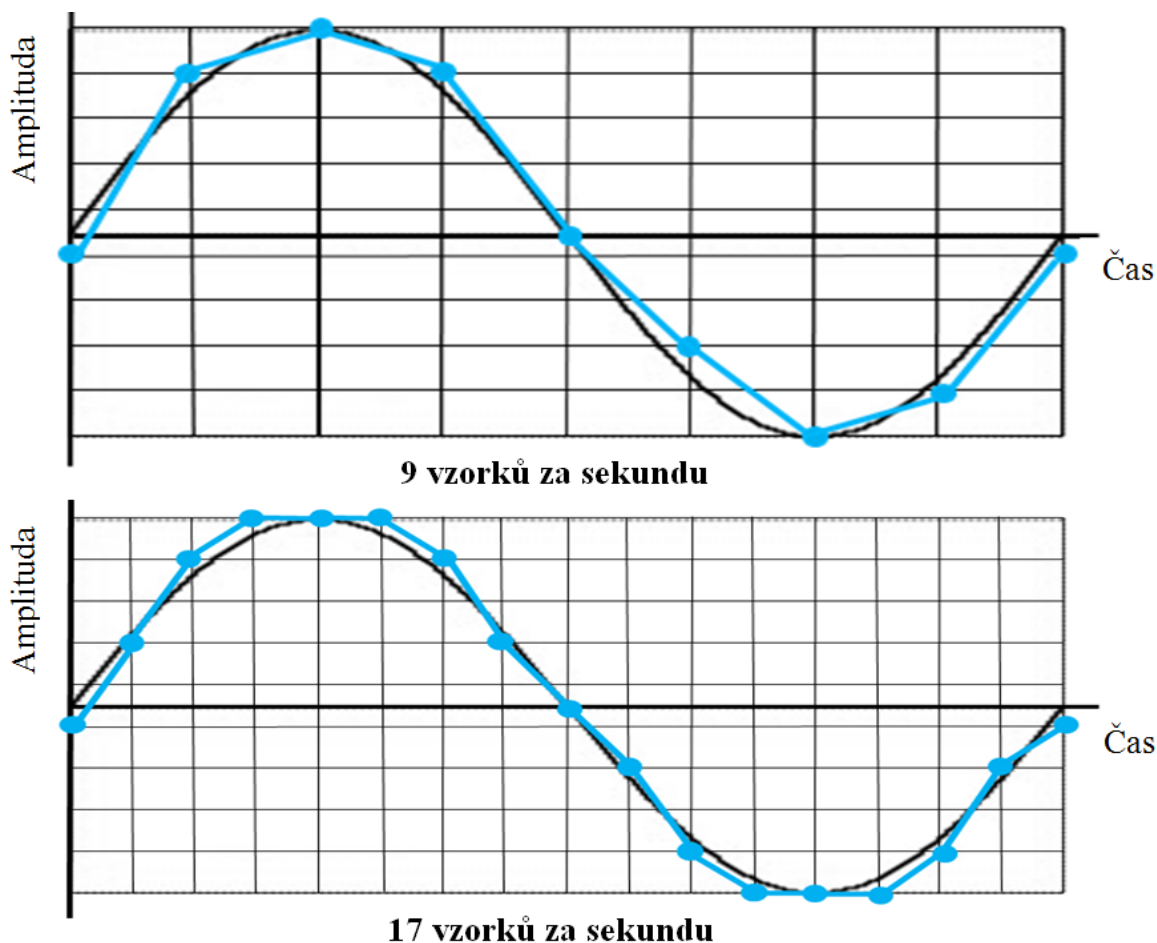
Kvalitu pořízených nahrávek určuje zvolený audio formát. Audio formáty jsou tvořeny z parametrů a jsou určovány jejich vlastnostmi. Jsou dvě hlavní skupiny zvukových formátů, nekomprimované a komprimované. Před rozepisováním o audio formátech se popisuje princip převodu analogového signálu na digitální.

5.1 Digitalizace

Digitalizace je děj, při kterém se mění analogový signál na digitální. K převodu signálu dochází pomocí pulzní kódové modulace (PCM). První krok při převodu spočívá v horizontálním rozdělení analogového signálu na omezený počet vzorků (částí), tzv. vzorkování. Druhým krokem je tzv. kvantování, při kterém se zaokrouhlí velikosti vzorků na předem vybrané hodnoty (svislá osa). V poslední části se kódují vybrané hodnoty do binárního čísla. Digitální signál je tvořen pouze z diskretních hodnot (0, 1) oproti analogovému (spojitá veličina). Převodní mechanismy, tzv. převodníky, se provádějí v A/D nebo D/A zařízení. Vzorkovací frekvence a bitová hloubka patří mezi důležité faktory při určování kvality digitálního záznamu zvuku. [30]

5.1.1 Vzorkovací frekvence

Vzorkovací frekvence označuje počet hodnot známých za jednu sekundu, jednotkou je hertz (Hz). Signál je po určitou dobu rozdělen do několika vzorků. Každý vzorek se vztahuje na určitou úroveň. Větší počet zaznamenaných vzorků za sekundu docílí přesnějšího převodu signálu. [31] Na názorném obrázku č. 9 je vidět, jak větší počet vzorků ovlivňuje přesnější vykreslení zvukového signálu. Podle Nyquistova, musí vzorkovací frekvence obsahovat minimálně dvojnásobnou hodnotu maximální převáděné frekvence [31]. Tabulka č. 3 představuje přehled často používaných vzorkovacích frekvencí.



Obrázek 9: Porovnání počtu vzorků na kvalitu zrekonstruovaného signálu

Zdroj: vlastní

Tabulka 3: Používané vzorkovací frekvence u zvuku

Vzorkovací frekvence [kHz]	Kde se používá
176 – 192	Formáty s vysokým rozlišením, obvykle nejvyšší frekvence, na které je možné pracovat na většině profesionálního audio hardware a software. Nejvyšší frekvence pro Blu-Ray disk.
96	Vzorkování, které se nachází v DVD-Audio, Blu-ray a HD DVD, obvykle se používá i při nahrávání.
48	Vzorkovací frekvence se používá pro snímání zvuku do video hardware, využívá se rovněž v digitální TV a DVD.
44,1	Nejčastější hodnota používaná v CD-Digital Audio.
16	Využívají některé telefonní aplikace.
8	Vzorkovací frekvence se využívá v digitální telefonii.

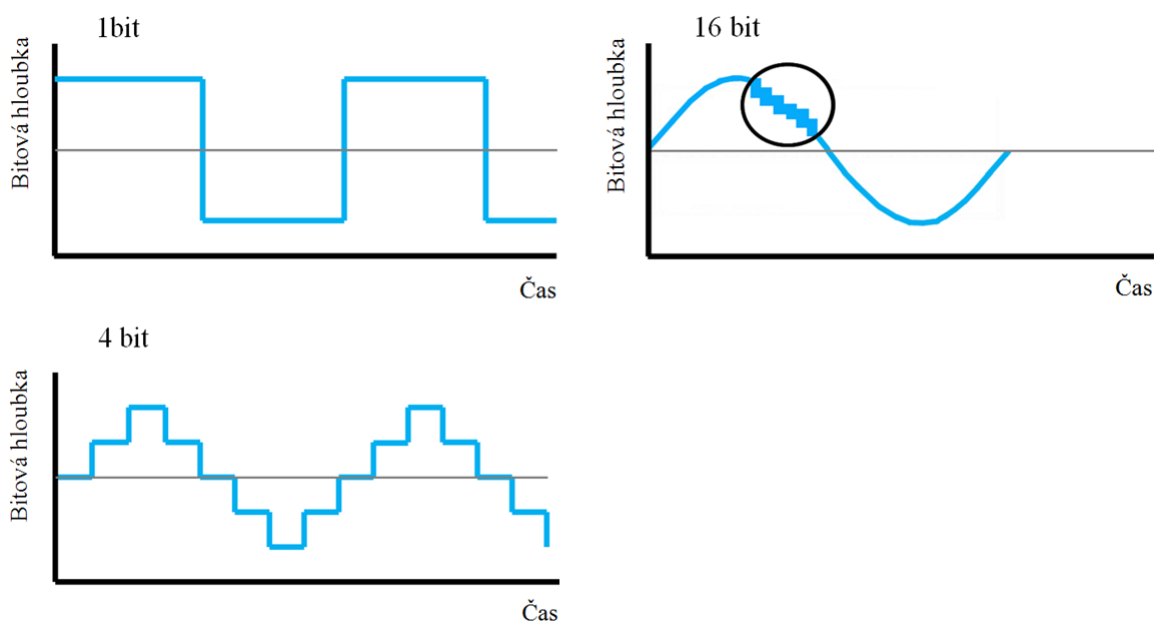
Zdroj: [15]

U nahrávání ve vyšších vzorkovacích frekvencích, je více zaplněn prostor mezi vzorky, tím je docíleno lepšího vyhlazení a lepšího audio zvuku. Vyšší vzorkovací frekvence zachytí

širší rozsah frekvencí, i přesto, že lidské ucho nemůže slyšet frekvence nad 20 kHz. Jsou zaznamenány harmonické kmity, které dosahují mnohem vyšších frekvenčních rozsahů. I přesto, že je člověk neslyší, mohou mít vliv na frekvence v rozsahu do 20 kHz. [32]

5.1.2 Bitová hloubka

Bitová hloubka digitálního zvukového souboru obsahuje počet bitů použitých pro uložení každého vzorku. V tabulce č. 4 jsou popsány používané velikosti bitové hloubky. Záleží, s kolika bity pracuje analogově digitální převodník. Spojitý akustický signál zaznamenaný v digitální podobě o bitové hloubce 16 a 24 bitů, nabývá 65 536 (dvě na šestnáctou) a 16 777 216 (dvě na čtyřicet a dvě) hodnot. Po překročení maximální hodnoty, dochází k ořezání signálu, hranice je určována velikostí 0 dBFS². [33] Jeden bit zahrnuje v sobě dynamické rozpětí 6 dB, tudíž bitová hloubka o 16 bitů má dynamické rozpětí 96 dB. [34] Na obrázku č. 10 jsou porovnány bitové hloubky.



Obrázek 10: Porovnání bitové hloubky
Zdroj: vlastní

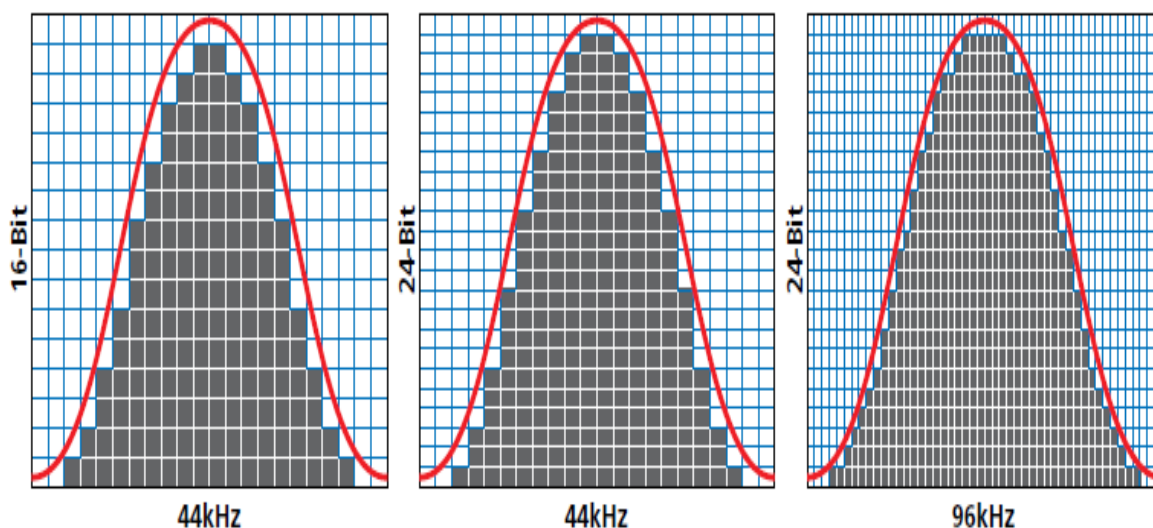
² FS je zkratka anglického výrazu *Full Scall* neboli „plný rozsah“ a dB je poměrová jednotka, negativní hodnoty na stupnici zobrazují, o kolik je jednotlivá hodnota pod maximem. [34]

Tabulka 4: Používané bitové hloubky u zvuku

Bitová hloubka zvuku [bit]	Kde se používá
32	Pro zpracování efektů ve velmi vysokém rozlišení s minimem chyb, která zachovává kvalitu digitálního zvuku.
24	Audio standard pro většinu zvukových záznamových formátů.
20	Využívá se u audio formátů, např. ADAT typu II.
16	U audio CD a digitálních formátů typu DV, zaznamenávají zvuk v uvedené bitové hloubce.
8	V minulosti, často používán u CD-ROM a přenosu webových videí.

Zdroj: <http://documentation.apple.com/en/soundtrackpro/usermanual/index.html#chapter=B%26section=2%26tasks=true>

Obrázek č. 11 zachycuje kombinaci bitové hloubky a vzorkovací frekvence. Poslední obrázek při bitové hloubce 24 bit s vzorkovací frekvencí 96 kHz obsahuje větší počet informací o signálu, díky tomu je dosaženo vyšší kvality zvuku.



Obrázek 11: Porovnání kombinací bitové hloubky a vzorkovací frekvence

Zdroj: [http://www.m-audio.com/images/global/media/Overdub_Vol_2_\[lowRes\]_EN.pdf](http://www.m-audio.com/images/global/media/Overdub_Vol_2_[lowRes]_EN.pdf)

5.1.3 Datový tok

Vlastnost vyjadřuje množství audio dat přenášených za sekundu. Audio signál o 16 bitů a frekvenci o 44,1 kHz bude mít datový tok (bit rate) – $16 \times 44\,100 = 705\,600$ bitů za sekundu (bps). Bit rate se měří nejčastěji v bitech za sekundu (bps), kilobitů za sekundu (kbps – kbit/s) nebo megabitů za sekundu (Mbps – Mbit/s). Datový tok se častěji používá

k vyjádření kvality zvukového souboru, který je zpracován pomocí ztrátové komprese. V tomto případě, se rychlost vztahuje na počet bitů, které prochází komprimovaně za sekundu. Pokud je hudební soubor komprimován s přenosovou rychlostí 128 kbps, každou sekundu se přenáší 128 000 bitů. Pokud se bit rate vyjadřuje v bytech tak hodnota je 16 000 Bps neboli 16 kBps. [35]

Konstantní datový tok (CBR)

Zmenšuje jednotlivé části nahrávky ve stejném poměru. Rozšířeným konstantním datovým tokem je 128 kbps. Tento datový tok představuje, že každá sekunda zvuku obsahuje 128 kilobajtů jedniček a nul. Čím vyšší je datový tok tím výsledný soubor obsahuje méně vynechaných informací z původní nahrávky, ale za cenu vyšší velikosti. [34]

Proměnlivý datový tok (VBR)

Zmenšuje jednotlivé části nahrávky v rozdílných měřítkách vzhledem ke komplexnosti záznamu. Soubor s proměnlivým datovým tokem může nabývat konkrétních hodnot, např. 96 kbps nebo 192 kbps. [35]

5.2 Nekomprimované audio formáty

Soubory nekomprimovaných audio formátů jsou vhodné pro archivaci a poskytují kvalitu zvuku ve vysokém rozlišení. Využívají se při práci se zvukem na profesionální úrovni. Do kategorie nekomprimované audio formáty patří – WAV a AIFF. Výhodu mají v nízké zátěži výpočetního výkonu, ale v opačném případě jejich nevýhodou je, že zabírají hodně místa na paměťovém médiu.

Waveform Audio File Format

WAV nebo WAVE, který je také nazýván Audio pro Windows, je vyvíjen společností Microsoft a IBM jako standardní audio formát na počítači. WAV je hlavní formát používaný na systémech Windows pro nekomprimovaný zvuk. Nekomprimované WAV soubory jsou přijaté některými rozhlasovými stanicemi. Např. BBC Radio ve Spojeném

království, používá audio standard WAV o vzorkovací frekvenci 44,1 kHz a bitové hloubky 16 bit. [36]

Audio Interchange File Format

AIFF je zvukový formát vytvořený společností Apple Inc. pro ukládání a přenos vysoce kvalitních zvukových dat. Podporuje různé bitové rozlišení, vzorkovací frekvence a kanály zvuku. Je rozšířený na zařízeních od společnosti Apple a přijat v profesionálních programech, které zpracovávají digitální audio signály. AIFF soubory mají podobnou velikost a kvalitu jako WAV soubory. [37]

5.3 Komprimované audio formáty

Uložené záznamy zvuku mají libovolné velikosti a vlastnosti. Komprimované soubory se rozdělují na ztrátové a bezztrátové. Níže jsou uvedeny nejčastěji používané audio formáty.

5.3.1 Bezztrátové

Komprimovaný soubor lze vrátit do původního stavu obráceným postupem nazývaným dekompresí. Přebytné bity jsou odstraněny a následně je zaznamenána jejich absence. Při spouštění se soubor postupně dekomprimuje, takže se spouští původní zvuková stopa, jejíž velikost je zmenšena. Úspora kapacity je zpravidla okolo 50 % vzhledem k původnímu signálu.

Free Lossless Audio Codec

FLAC patří mezi open source, poskytuje rychlý komprimovaný a bezztrátový audio formát. Podporuje tagování, rychlé vyhledávání a běží na operačních systémech Windows, systémech Unix, OS/2 a Amiga. Výraz Free v názvu znamená, že je formát zdarma, a celý zdrojový kód je k dispozici pod open-source licencí. Dekódování vyžaduje pouze celočíselnou aritmetiku, která méně zatěžuje procesor. Formát FLAC umožňuje být

o 40 – 50 % menší, než je velikost originálního souboru, a to za pomoci komprese. Přitom po dekompresi vznikne totožná kopie. [38]

Apple Lossless Audio Codec

ALAC, vyvinutý společností Apple Inc., je podporován na iTunes a v iOS. Oproti FLAC nemá efektivní kompresi, projeví se ve velikosti souboru. Soubory mají příponu *.M4A a komprimovaný zvukový soubor v CD kvalitě dosahuje 50 % úspory velikosti. Výhodu zaznamenává v rychlosti dekódování. Jakékoliv ID3-Tag informace mohou být přidány o maximální hodnotě 255 znaků. [39]

Monkey's Audio

Monkey's Audio (APE) umožňuje efektivně rychlou kompresi. APE podporuje snadné tagování a má volně šiřitelný zdrojový kód. Vzhledem k bezztrátové kompresi zní kopie přesně jako originál a výsledný soubor ušetří místo. [40]

5.3.2 Ztrátové

Během ztrátové komprese se odstraní nadbytečné informace. Ztrátové kompresní algoritmy využívají psychoakustického principu vnímání zvukového signálu. Po kompresi nelze dostat zpět prvotní data. Kvalita a velikost konečného zvuku se kontroluje zvolením množství vzorků vlnových signálů za sekundu. Čím menší je hodnota vzorkovací frekvence, tím je menší velikost souboru a nižší kvalita zvuku.

Moving Pictures Expert Group Audio

Několik formátů existuje pod skupinou MPEG, které využívají vjemových kódovacích technik.

MPEG Layer – skupina audio formátů označovány jako vrstvy součástí MPEG 1 a MPEG 2. Každá vrstva používá stejnou základní strukturu a obsahuje vlastnosti vrstev pod ní. Vyšší vrstvy postupně nabízí lepší kvalitu zvuku při srovnatelných přenosových rychlostí, ale vyžadují stále složitější kódovací software. [41]

Layer – I: MPEG Audio Layer-I byla původně určena pro digitální kompaktní kazety, nebyla rozšířena. [41]

Layer – II: MPEG Audio Layer-II (MP2) byl široce používán v oblasti vysílání. MP2 byl navržen jako kompromis mezi složitostí a náročností. Nabízel velmi vysokou kvalitu zvuku při datovém toku (256 kbps a vyšší). [41]

Layer – III: MPEG Audio Layer-III (MP3) byl navržen pro lepší kvalitu při nižších bitových rychlostech, bylo velmi důležité z důvodu omezené šířky pásma Internetu (začátek 21. století). MP3 patří mezi nejpoužívanější ztrátové formáty. Jeho masové rozšíření ovlivnila vysoká komprese dat při vyhovujícím zachování zvuku. Pomohla propracovanost kodeku, podporovaná zařízení pro přehrávání (stolní přehrávače, přenosná hudební zařízení, mobilní telefony). Umožňují zadávat informace o skladbě (ID3-Tag). Základní kompresní poměr činní 1:12, soubor v MP3 formátu o velikosti 3,4 MB vznikl ze 40MB souboru WAV. [41]

Advanced Audio Coding

AAC je digitální audio kompresní formát, ze skupiny MPEG 2. Dosahuje lepší kvality zvuku než mp3 při podobných přenosových rychlostech. Formát komprimuje daleko efektivněji, stal se výchozím standardem pro zařízení od Applu, Playstation Portable Sony a nejnovější mobilní zařízení. Podpora vícekanálového zvuku, lepší dekodování a vyšší rozlišení zvuku jsou další výhody oproti mp3. [37]

Windows Media Audio

WMA je formát od společnosti Microsoft. Byl vyvinut jako konkurent k mp3 a RealAudio kodekům. Soubory mohou mít jakoukoliv komprimovanou velikost, aby odpovídaly různým rychlostem připojení nebo šířce pásma. Pracuje pod operačním systémem Windows a iOS. [42]

Ogg Vorbis

Vorbis je open source projekt, pro ztrátovou kompresi zvuku. Je propagován firmou Xiph.Org. Uplatnění nachází v různých spotřebitelských produktech, v podobě videoher

a populárních softwarových přehrávačů. Nalezne se i na webových stránkách a v rozhlasových stanicích. Navržen je pro vzorkovací frekvence od 8 kHz – telefonní zařízení do 192 kHz – profesionální úprava zvuku. [43]

RealAudio Media

RA, RM, RAM původně vyvinut společností RealNetworks. Byl navržen tak, aby umožňoval streamování audio formátu, převážně zvukových klipů na webovém prohlížeči. Jedná se o flexibilní audio formát, ale postupem času ztrácí na popularitě. Používal se v internetových rozhlasových stanicích, přičemž se využívalo možnosti ve stejnou dobu hrát a stahovat konkrétní zvuk. Formát RealAudio umožňuje kódovat audio data v odlišných datových tocích, výhoda u stahování při pomalých rychlostech připojení. [44]

6. Postprodukce digitálního audiosignálu

Digitální signál obsahuje jenom vybrané hodnoty analogového signálu, proto je méně kvalitní než analogový, ale za to má nahrávka větší dynamický rozsah a vyšší odstup od šumu. Výhodou je významné zjednodušení editace a úprav nahraného záznamu. Může se jednoduše stříhat, kopírovat a využívat tzv. nelineární operace (přesouvat se na libovolné místo ve zvukovém souboru). [45] Nejdříve se popisuje editace, která zahrnuje nastavení a změnu audio stopy. Následně se charakterizuje mixování audio signálu pomocí efektů a procesů a poslední část nahlíží do oblasti masteringu.

6.1 Editace zvukového signálu

Základní zpracování zvuku – zvukové stopy jsou v programech zobrazeny horizontálně. U více stop v jednom okně je vhodné vzhledové odlišení (velikost, barva, popis). Zvukový signál může být zmenšený, aby byl vidět celý záznam, anebo zvětšit tak, že se zobrazí detail zvukové vlny. V případě nevhodného zpracování je možné vrátit audio signál zpět do původní podoby. Nástin hlavních editačních kroků prováděných na stopě: vypnutí zvuku, odstřihnutí (šumu, ticha, nebo nevhodných zvukových signálů), změna polohy, kopírování, vkládání a odstranění stopy záznamu. Ovládá se myší a klávesnicí, pro rychlejší a jednodušší obsluhu programu slouží klávesové zkratky.

6.2 Mixování pomocí signálových procesorů

Signálové procesory jsou zařízení sloužící ke změně charakteristiky zvuku. Obecně platí, že mohou být rozděleny do čtyř kategorií: spektrální procesory, časové procesory, amplitudové (dynamické) a šumové. Spektrum procesoru, jako je ekvalizér, ovlivňuje spektrální rovnováhy v signálu. Časové procesory, např. rezonanční nebo zpožďovací zařízení, mají vliv na časový interval mezi signálem a opakováním. Amplitudový nebo dynamický procesor, kam patří kompresor a limiter, ovlivňuje dynamický rozsah signálu. Šumový procesor snižuje různé typy hluku. Některé signálové procesory mohou patřit do více než jedné kategorie. Např. ekvalizér také mění amplitudu signálu, proto může být klasifikován jako amplitudový procesor. [46]

Aplikace obsahují bezpočet integrovaných signálových procesorů (efekty a procesy), které jsou uloženy v rámci virtuálního mixážního pultu. Vytváří nastavení programů, tzv. pluginy (zásuvné moduly). Namísto integrovaných pluginů se mohou také použít externí pluginy. Svými činnostmi nahrazují hardwarové vybavení nahrávacího studia. [26] Jednotlivá nastavení a názvy parametrů se mohou lišit v konkrétních audio programech.

Normalize – vyžaduje offline zpracování, když je otevřený nemůže se upravovat křivka, nastavovat výběr nebo přesouvat indikátor aktuálního času. Normalize umožňuje nastavit maximální úroveň celé stopy nebo pouze výběru. [47]

Dříve se často normalizační funkce používala a nastavovala blízko k hodnotě 0 dBFS. Vznikne nejvyšší hlasitost nahrávky. Ale s využitím dynamických efektů na zvukový signál, je vhodnější nastavovat hodnotu s rezervou do 0 dBFS (raději mezi -10 dB až -5 dB). Potom se upravuje signál také s rezervou, ale již s menší (-0,3 dB). Po přesáhnutí limitu FS, vzniká Clipping (useknutí amplitudy má za následek zkreslení). [26]

Ekvalizace (EQ) mění spektrální složení audio signálu. EQ zesiluje nebo zeslabuje hlasitost u jednotlivých frekvencí. Např. jednoduchý 3-band EQ ovládá basové, středové a vysoké oblasti frekvence anebo multiband, který ovládá více pásem. Ekvalizace se používá pro úpravu signálu u horších mikrofónů a pro odebrání rušivých podnětů (převážně šumu nebo praskání). Základní parametry pro nastavení ekvalizéru se uvádí s popisem v tabulce č. 5. [48]

Filtry dolní a horní propust – filtry, kde zbytek pásma frekvencí pod/nad zvoleným kmitočtem klesá se zvolenou strmostí (6, 12, 18 a více dB). Filtr DP se používá pro potlačení šumu na vysokých kmitočtech a filtr HP se uplatňuje pro odstranění, např. nežádoucích vibrací a rezonancí. [49]

Shelving ekvalizér – zdůrazňuje nebo potlačuje všechny kmitočty pod (Low-Shelving) anebo nad (High-Shelving) zvoleným kmitočtem. Low-Shelving se využívá pro korekci basů. High-Shelving zvýrazňuje vnímání vysokých kmitočtů lidským uchem a také se používá pro jejich lepší vyzařování z reproduktorů. [50]

Parametrický ekvalizér – EQ mění frekvence podle pásmové propusti. Využívá se pro navýšení nebo utlumení úzkého pásma kmitočtů (např. basové nebo hlasové pásmo). [50] Volba nastavení je otáčením knopem, zadáním konkrétní hodnoty anebo přímo posouváním bodů v grafickém zobrazení (nastavuje libovolné frekvence).

Graphic ekvalizér – mění hlasitost frekvencí pomocí šavlí. Hlavní nevýhodou uvedeného ekvalizéru je změna hlasitosti pouze u předem nastavených frekvencí (omezený počet šavlí s nastavením frekvencí). Označení ekvalizéru – Graphic, je z audio programu Adobe Audition.

Tabulka 5: Popis parametrů k nastavení efektu Ekvalizér

Parametry	Popis
Gain	Snížení/zvýšení úrovně hlasitosti pro určitou frekvenci.
Frequency	Změna frekvence, u které je možné stupeň hlasitosti snižovat nebo zvyšovat.
Q (Quality)	Nastavuje šířku (kvalitu) pásma. Čím vyšší je číslo tím je užší šířka.
Output	Změna výstupní hlasitosti, nastavuje se pro celý frekvenční rozsah.

Zdroj: [48]

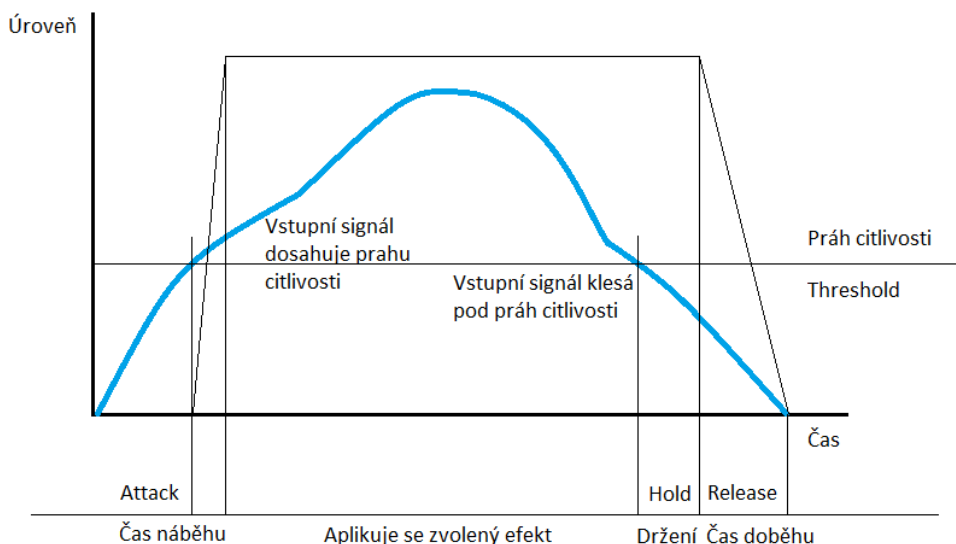
Dynamika signálu je pojem představující nejtišší a nejhlasitější místo ve zvukové stopě. Dolní úroveň odděluje nepotřebné šумы od potřebného signálu. Horní hranice signálu je upravována při použití dynamických efektů. Výhodou je zapojovat efekty jednotlivě a naslouchat jednotlivým stopám, zda jsou v pořádku. [26] Mezi dynamické nástroje hlavně patří – Compressor, Gate, Limiter, DeEsser, Maximizer aj.

Compressor – umí snížit dynamický rozsah signálu. Amplituda, která přesahuje zadaný práh, je snížena na úroveň stanovené poměrem (Ratio). Jelikož je kompresor často využíván, v přidané tabulce č. 6 jsou rozepsány nastavitelné parametry a jejich popis. A také proto, že některé z parametrů používají ostatní signálové procesory (Threshold, Ratio, Hold, Attack, Release). [51] Na obrázku č. 12 je pro přehlednost zobrazen graf s používanými časovými parametry.

Tabulka 6: Základní parametry k nastavení kompresoru

Parametry	Popis
Threshold	Nastavení určuje úroveň zapnutí kompresoru (-60 dB – 0 dB). Signály nad prahovou hodnotou jsou ovlivněny, ale pod ní nejsou zpracovány.
Ratio	Poměr stanovuje velikost omezeného zesílení aplikované na signály nad prahovou hodnotou (1:1 až 8:1). 4:1 znamená, že vstup o 4 dB je zvýšen pouze o 1 dB.
Soft knee	Je-li aktivován, náběh komprese je postupnější (On/Off).
Make-Up	Parametr se používá ke kompenzaci ztráty z výstupního zesílení, způsobené kompresí (0 – 24 dB, nebo automatický režim).
Attack	Určuje, jak rychle kompresor reaguje na signály nad prahovou hodnotou (0,1 – 100 ms).
Hold	Při překročení prahu nastavuje čas aplikovaný na signál (0 – 2000 ms).
Release	Nastavuje čas potřebný k návratu signálu na jeho původní hodnotu (10 – 1000 ms, nebo automatický režim). Automatický režim najde optimální hodnotu pro uvolnění signálu.

Zdroj: [51]



Obrázek 12: Vysvětlení časových parametrů v grafickém znázornění

Zdroj: vlastní

Gate – aplikováním se nastaví hranice (Threshold), která eliminuje všechny zvuky pod zvolenou úrovní. Tím se omezí hluk v pozadí a hlasité zvuky jsou zachovány. [52]

Limiter – nastavuje se pro potlačení vrcholů. Pracuje s předstihem, kdy signál přečte a podle nastavení vrcholy signálu upraví. K úpravě vrcholů dochází se zanedbatelným účinkem na zvuk. Pro potlačení signálových vrcholů je možné celkově zvýšit hlasitost právě o potlačenou část. [53]

DeEsser – je rychlý kompresor, který pracuje pro snížení výskytu špiček v určité frekvenční oblasti (4 – 10 kHz). Oblast se vyznačuje nadměrnými sykavkami, vyskytuje se především u nahrávání vokálů. Mezi základní parametry nastavení DeEsser patří Threshold, Frequency a výstupní hlasitost. [51]

Denoisery – jedná se o dynamický šumový filtr. Odstraní šum při výskytu v užitečných informacích. Filtruje vysoké frekvence při doznívání zvuku. [52]

Maximizéry – používá se ke zvýšení hlasitosti zvukového signálu bez rizika oříznutí. [51]

6.3 Mastering

Je konečný proces zpracování hudebních nahrávek. Mastering se vyvíjel a přizpůsoboval používaným technologiím hudebních nosičů i medií. Bylo nutné upravovat nahrávky pro všestranný poslech, aby nahrávky zněly vyváženě a jasně, jak ze sluchátek, rádia v autě aj. [54] Mastering se rozděluje na dva typy – datový a zvukový. U datového se upravuje seřazení skladeb, úpravy pauz a přechodů mezi skladbami a zapisují se metadata o nahrávkách. Zvukový mastering se upravuje za pomoci prostředků v podobě – hardware nebo software. [50] Níže jsou uvedeny důležité kroky masteringu. Mastering se může zpracovávat na softwarovém a hardwarovém rozhraní.

Hlasitost nahrávky – má být vyvážená a dodržovat příslušný žánr. Významné části jsou nastaveny na větší hlasitost, například mluvené slovo musí mít dostatečnou srozumitelnost. [28]

Frekvenční úpravy – vyrovnávají se frekvenční pásma, aby žádné nevyčnívalo. Pro lepší úspěch se pracuje v širším frekvenčním rozsahu. [28]

Čistota zvuku – naposled se během masteringu zkontrolují šumy, případná zkreslení, převážně v dolním frekvenčním pásmu. [28]

Vlastnosti konečné nahrávky – na konci je vytvořený kvalitní dynamický zpracovaný mix, který nemá nežádoucí jevy. [28]

7. Audio editační software

Většina programů se rozděluje na freewarové a komerční. Výjimku netvoří ani programy pro práci se zvukem. Většina programů umožňuje provádět postprodukční úpravy audio signálu popsané v kapitole šest. Programy se mohou rozdělit na Audio editory a programy DAW³. Audio editory pracují s destruktivní editací. Operace se provádí přímo na zvukovém signálu, nepracují tzv. v reálném čase. Od první úpravy je vytvořen nový soubor, na němž se od té chvíle pracuje. Je možné se vrátit zpět pomocí funkce undo. Navíc neposkytují u zvukové stopy vložit sériově více než jeden audio signál. Programy DAW nabízí nedestruktivní editace, které umožňují provádět efekty v reálném čase oproti destruktivním operacím. Prováděná úprava nemění původní zvukový signál, je realizována výpočtem procesoru při přehrávání. [49]

7.1 Freewarový audio software

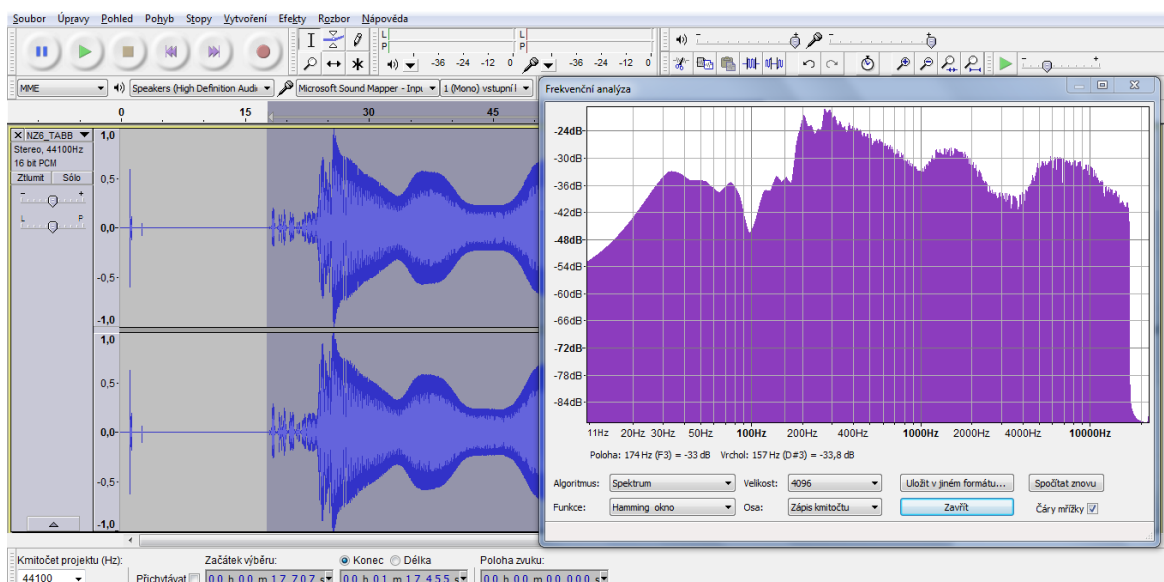
Programy zdarma nabízejí svou vybaveností dostatečné řešení v otázkách audio editačních změn. Na komerční programy nestačí v oblasti profesionální práce se zvukovým signálem. Některé neposkytují např. VST pluginy, vkládání několika stop sériově za sebou a také nedestruktivní operace.

Program Audacity

Software naprogramovali Dominic Mazzoni a Roger Dannenberg na Carnegie Mellon University roku 1999. První verze Audacity 1. 2. 3 byla spuštěna v roce 2004 a jeho nejnovější verze je Audacity 2. 0. 3 z roku 2013. Na webových stránkách produktu, lze najít podrobný manuál (bez českého jazyka). V něm jsou vysvětleny používané funkce a nástroje. Program nabízí volbu českého jazyka, ale překlad není kompletní. Je možné software nainstalovat na Windows a Mac OS. [55]

³ Pracovní stanice, která využívá výkonného hardware a profesionálního software (osobní počítač nebo notebook). Nahrazují nebo doplňují přístrojové vybavení studia. [49]

Multitrackový audio editor na úpravu zvukového signálu v režimu open source software. V případě potřeby je možné nastavit klávesové zkratky. Editační pult zobrazuje stopu (stereo/mono), vzorkovací frekvenci (nastavitelná od 8 do 384 kHz) a bitovou hloubku signálu (nastavitelná na 16, 24 a 32 bit). Obsahuje dvě tlačítka Ztlumit a Sólo, potom šavle Panorama a Zesílení (dB). Výrazná jsou kruhová tlačítka pro posun po stopě. Posledním důležitým nástrojem je měřič úrovně signálu. Z nástrojů je možné využít frekvenční analýzu, viz obrázek č. 13. Efekty se nachází v záložce Efekty, jsou umístěné v programu nahoře a uložené jednotlivě pod sebou. Program Audacity vlastní základní efekty jako je Normalizace, Ekvalizér, Kompresor, Fade (In a Out), Delay, odstranění šumu a praskání, několik VST pluginů (je možné přidat další) aj. Pro úpravu zvukového signálu je velice vhodný a nabízí generování zvukového signálu. Ukládat umí do zvukových formátů, např. WAV, AIFF, FLAC, MP3, Ogg, WMA aj.



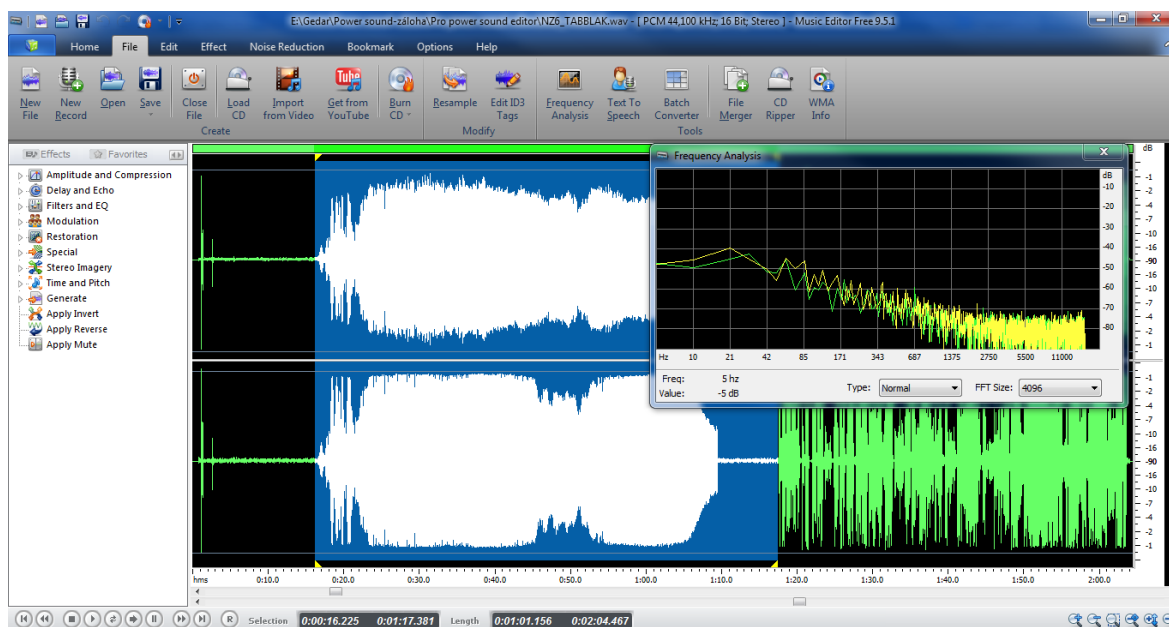
Obrázek 13: Pracovní plocha programu Audacity 2. 0. 3 a frekvenční analýza

Zdroj: Print screen z programu Audacity – vlastní

Program Music Editor Free 9. 5. 1

Audio editor patří společnosti MEFMedia Software, která byla založena v roce 2003. Jednotrackový software je pro snadné používání a organizování zvukových formátů. Umožňuje převádět zvuk z video formátu a z internetového úložiště dat (Youtube) na pevný disk. Omezená nabídka podpory zvukových formátů (WAV, MP3, Ogg Vorbis), které se mohou editovat (delete, cut, copy, paste, mix) a aplikovat na ně různé efekty

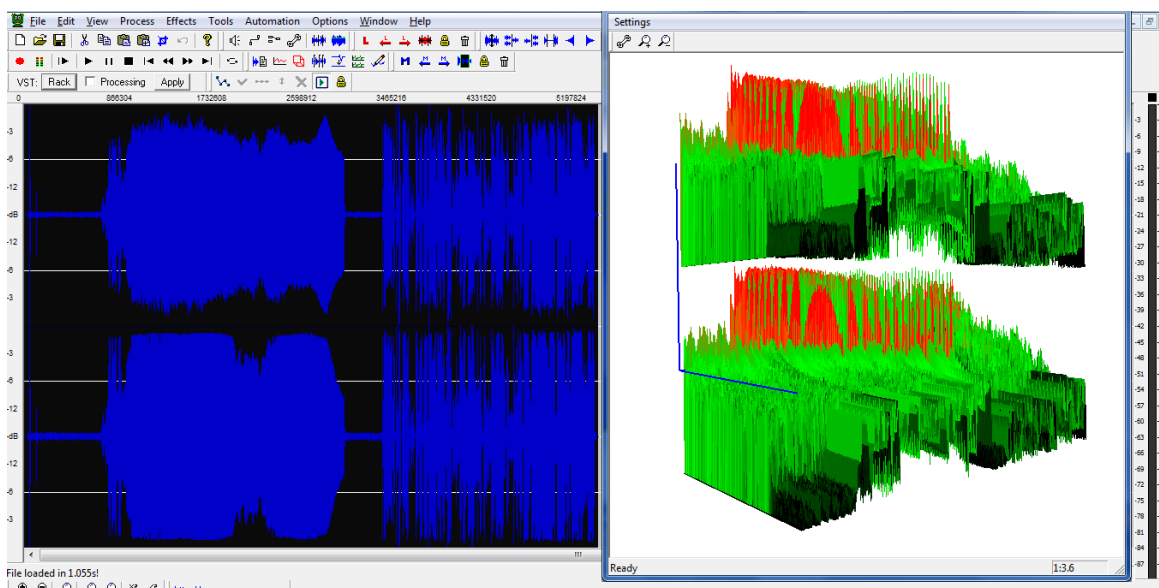
(amplify, dynamický compressor, equalizer, normalize, reverse aj). Zajímavým nástrojem je převádění textu na hlas (pouze v anglickém jazyce). Na stránkách funguje emailová technická podpora. Music Editor Free běží na operačních systémech Windows. [56] Při otevírání nového zvukového souboru je na výběr vzorkovací frekvence (od 6 do 96 kHz). Obsahuje nastavení klávesových zkratk. Nevýhodou je při ukládání volba pouze ze čtyř zvukových formátů (WAV, MP3, Ogg, WMA), nelze nastavit bitová hloubka a nepodporuje VST pluginy. Posledními zápory je nástroj pouze na frekvenční analýzu a vložení jen jednoho audio signálu, zobrazuje obrázek č. 14.



Obrázek 14: Pracovní plocha programu Music Editor Free a frekvenční analýza
Zdroj: Print screen z programu Music Editor Free – vlastní

Program Wavosaur

Je audio editor od francouzských vývojářů určený pro editaci zvukových souborů WAV a MP3. Nabízí pro úpravu zvuku základní funkce (vyjmout, kopírovat, vložit), záznam zvuku, jeho analýzu a převod. Wavosaur podporuje VST pluginy, multitrackový zobrazení souborů a zpracování efektů v reálném čase. Program není jako jediný nutný instalovat. Z měřicích nástrojů obsahuje frekvenční analyzátor včetně zobrazení ve 3D, viz obrázek č. 15. Software pracuje na operačním systému Windows (Windows 98/XP, Vista a 7). Poslední verze vyšla v roce 2012. [57]



Obrázek 15: Pracovní plocha programu Wavosaur a 3D frekvenční analýza
Zdroj: Print screen z programu Wavosaur – vlastní

7.2 Komerční audio software

Program Cubase

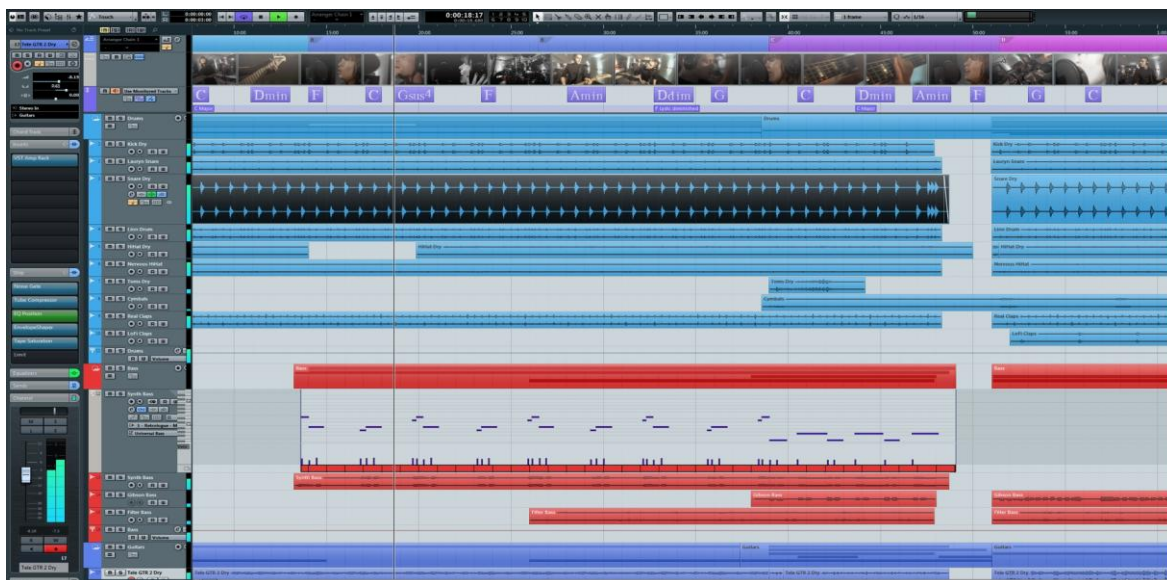
V roce 1989 společnost Steinberg naprogramovala software pro práci se zvukem, s názvem Cubase. Od roku 1996 tento program pracoval s digitálními audio soubory a v roce 2012 vyšla poslední verze Cubase 7. [58] Společnost Steinberg využívá u svých programů elektronickou licenci využívající bezpečnostní kontrolu eLicenser. Elektronická licence byl hlavní důvod proč se nepoužila verze Cubase 7. Sice společnost nabízí programu trial verzi, ale nedodává k ní eLicenser. Jedná se o profesionální hudební program, který se využívá pro vytvoření nahrávek až po konečnou úpravu. Pracovat s ním mohou profesionálové, hudební fanoušci a studenti ve školách. Nabízí prostředky pro vaši hudbu k nahrávání, editaci, mixování a masteringu. [59]

Multitrackový software je vhodný pro tvoření písní. Pomocí jeho nástrojů a funkcí usnadňuje práci. Obsahuje automatické harmonizování hlasů, akordické sekvence, zvuky a smyčky. Nahrávané zvuky je možné upravovat na integrovaném mixážním pultu. Vzhledem k nabízeným nástrojům a propojením se studiovým hardwarem, využívají Cubase producenti a zvukový inženýři. Zvládne pracovat s video stopou, v níž díky technologiím nabídne propojení zvuku a obrazu. VST Expression je technologie, která

slouží pro práci s artikulacemi nástrojů, dynamikou a rozšiřuje počet ovladačů. Poskytuje syntezátory a efekty používané zkušebními zvukovými designéry. Se svým editorem, intuitivními nástroji pro editaci zvuku a jednoduchou integrací hardwarových ovladačů splňuje řešení pro tvorbu a produkci elektronické hudby. Zpěvákům nabízí celou řadu nástrojů pro zlepšení nahrávky zpěvu, upravení tónu nebo načasování rytmu. VST Amp Rack poskytuje virtuální zvuky kytary. Pracuje na operačních systémech od společnosti Windows a Apple. [59]

V nové verzi Cubase 7 je zcela nová mixážní konzole. Nastavení zobrazení usnadňuje práci na obrazovce notebooku nebo velkém displeji. Může jít o změny jako zobrazení na celou obrazovku, změny velikosti objektů nebo rychlý přístup k parametrům. Mezi novinky patří aplikování funkce bypass na všechny zvukové efekty, vyhledávání v pluginech, podpora drag-and-drop aj. Podpora VST obsahuje EQ, dynamické efekty, modulační efekty, reverby, filtry, zkreslení a jiné efekty. Nová stopa Chord Track zobrazuje akordy přímo v okně projektu, jak ukazuje obrázek č. 16. Verze programu Cubase 7 stojí 13 990 Kč. Pokud se přechází na novější verzi, je cena ovlivněna podle používané poslední verze. [59]

Pro porovnávání a vyhodnocování programů je použita verze Cubase 5. 1. 1 z roku 2009. Software Cubase nepodporuje český jazyk, ale umožňuje podrobné manuály (včetně českého jazyka). Používaná verze Cubase 5 stojí 3 500 Kč. Poskytuje nastavení klávesových zkratk.



Obrázek 16: Pracovní plocha programu Cubase 7

Zdroj: http://www.disk.cz/disk/img/Dokumenty_WEB/clanky_ms/recenze/banga_cubase_7/Cubase-7-xtlarge.jpg

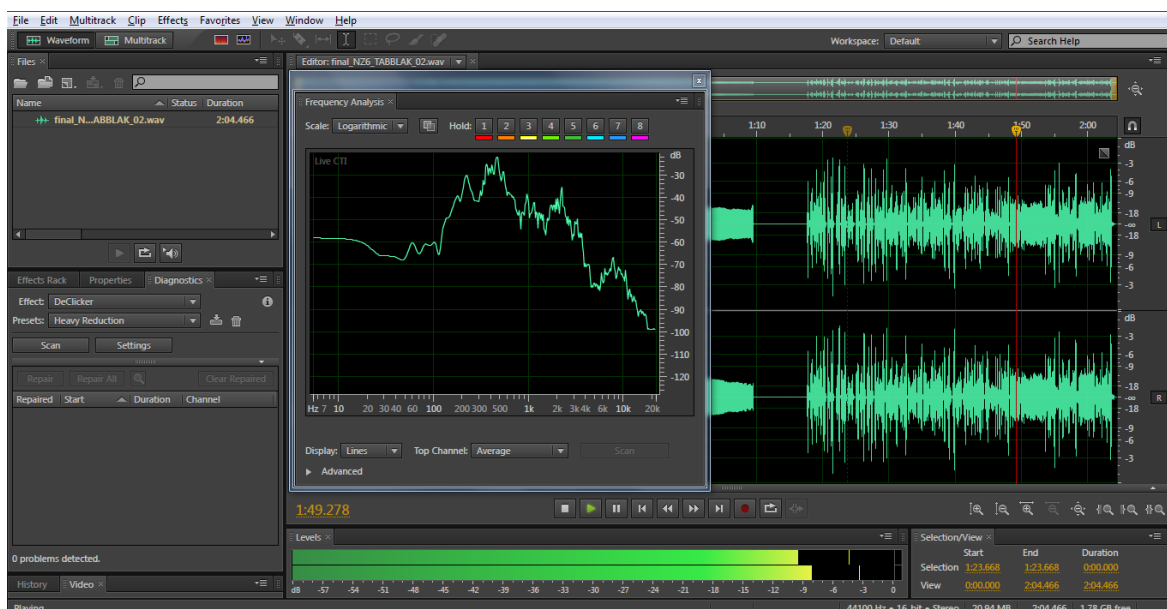
Program Adobe Audition

Cool Edit Pro byl původním názvem programu Adobe Audition, který vyvinula firma Syntrillium Software. Robert Ellison a David Johnston založili společnost počátkem roku 1990. Poslední verze Cool Edit Pro v2.1 nabízela redukci šumu, prostorové míchání, podporu real-time zpracování. Zmíněnou verzi koupila společnost Adobe v květnu roku 2003. V srpnu téhož roku přišla na trh se svým programem pod názvem Adobe Audition (podobnost zůstala zachována s Cool Edit Pro). Společnost se zaměřuje na tvorbu multimediálních produktů a kreativních softwarů. Adobe Audition běží na operačních systémech Windows a iOS. [60] Na webových stránkách produktu jsou k dispozici podrobné manuály (bez českého jazyka).

Nová verze Adobe Audition CS6 nabízí intuitivní editaci, zpracování, míchání a masteringové nástroje optimalizované pro zvuk. Mezi nové vlastnosti patří vypalování CD, realizovaný návrh zvuku podle nových efektů, generátor tónů, grafické zobrazení fázového posunu, pásmový filtr aj. Ukládání často používaných efektů nabízí jako oblíbené. [61] Nabízí dvě možnosti zobrazení, okno pouze s jedním zvukovým signálem, nebo s multitrackovým rozhraním, jak poukazuje obrázek č. 17. Nastavení svislé osy patří mezi nejjednodušší ze všech porovnávaných programů. Lze jednoduše zvětšovat rolováním a navíc měnit jednotky osy podle decibel, procenta a frekvence. Z měřicích nástrojů ovládá

spektrální analyzátor a amplitudovou statistiku. Velice praktická je položka Favorites, ve které se nacházejí nejčastěji používané efekty. Vhodným nastavením je možnost si nahrávat kroky, které vykonáváme, a poté je uložit. Výhoda pro vykonávání opakujících činností. Poskytuje nastavení klávesových zkratk.

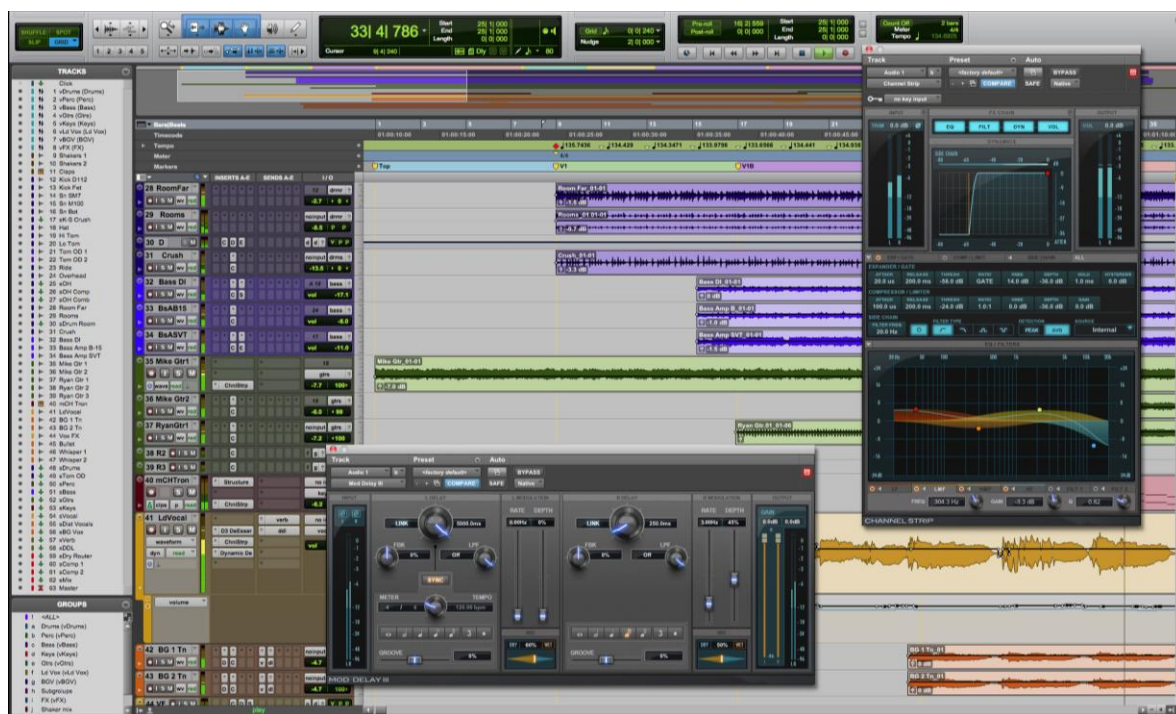
Při vytváření nového zvukového souboru je možnost vybrat vzorkovací frekvenci od 6 do 192 kHz a bitové hloubky (nastavitelné na 16, 24, 32 bit). Na levé straně se nachází vlastnosti o zvukovém signálu, možnost vkládání efektů a mohou se přidat další jednotlivé položky. Na horní straně programu je na výběr nastavení zobrazení pracovní plochy. Na spodní straně programu je měřič úrovně hlasitosti, tlačítka pro pohyb po stopě a časové údaje o zvukovém souboru. Ukládání souboru je možné do kategorií zvukových formátů jak nekomprimovaných, tak komprimovaných. Obsahuje celou škálu efektů, od dynamických, zpožďovacích až po efekty časové. Software mohou používat zvukoví technici k nahrávání hlasových komentářů, k vytváření soundtracků a k zlepšení zvuku pro vysílání. Video editoři a profesionálové mohou vylepšovat zvuk u filmové produkce (výroba a zarovnání dialogů). Prodává se za 8 000 Kč. [62]



Obrázek 17: Pracovní plocha programu Adobe Audition CS6 a frekvenční analýza
Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition CS6 – vlastní

Software Pro Tools 10

Software od společnosti Avid, poskytuje prostředky na natáčení, editování a míchání zvuku. Zahrnuje integrované virtuální nástroje a hudební smyčky. Pomocí virtuálního nástroje a MIDI Editoru je možné složit kompletní singly od začátku do konce. Nástroj Elastic Time mění tempo a časování skladby během jejího spuštění. Editační okno poslouží k úpravám stopy, viz obrázek č. 18. Díky vestavěným zásuvným modulům je možné stopu vyčistit. Integrovaná videostopa a Time Ruler nabízí upravování a mixování zvuku k obrazu. Kromě zmíněných efektů a pluginů poskytuje software Pro Tools kvalitní dozvuky, EQ, kompresory, emulátory kytarového zesilovače aj. Komerční program je převážně určený na operační systém iOS. Na OS Windows se spustí pouze na verzi Win7. Audio software AVID ProTools 10 stojí 16 400 Kč.[63]



Obrázek 18: Pracovní plocha programu Pro Tools 10

Zdroj: <http://www.hitsquad.com/files/ProTools-10.jpg>

8. Experiment pořizování zvukových nahrávek

Měření bylo prováděno v multimediální učebně ve škole na Ekonomické fakultě v Liberci. Pracovalo se zařízeními (jeden diktafon, dvě hudební přenosná zařízení, dva mobilní telefony, dva tablety a jeden notebook). Experiment se uskutečnil v laboratorních podmínkách proto, aby se vytvořili u jednotlivých záznamů stejné podmínky. Níže jsou vloženy obrázky pořizovacích mobilních zařízení a následně se rozepisuje průběh celého měření.



Obrázek 19: Diktafon Edirol R09, přenosové hudební zařízení iRiver T10 a Mercury iXA
Zdroj: www.alza.cz



Obrázek 20: Mobilní telefon Nokia E51 a Samsung Galaxy S
Zdroj: <http://www.mobilmania.cz>



Obrázek 21: Tablet BlackBerry Playbook a Samsung Galaxy Tab 2
Zdroj: <http://www.mobilmania.cz>



Obrázek 22: Notebook Dell XPS M1330
Zdroj: <http://static.marketonline.ro/full/17389/c070c-271500380bk.jpg>

Základní nastavení

Před samotným měřením se u mobilních zařízení, se kterými se měřilo, nastavovaly stejné formáty zvukových nahrávek. Výchozím nastavením byl zvukový formát WAV ten však některá zařízení neuměla, proto byl zvolen jiný zvukový formát (MP3 u přenosového hudebního zařízení Mercury a M4A u tabletu BlackBerry). Pro všechna mobilní záznamová zařízení se nastavila stejná vzorkovací frekvence (44,1 kHz) a bitová hloubka, která se odvíjela podle maximální nabízené možnosti v sekci nastavení u konkrétního

zařízení. Pro měření byl vybrán zvukový signál. Použito se nahrané mluvené slovo, které bylo převedeno z kompaktního disku na zvukový bezztrátový formát WAV, v kvalitě 24 bit a vzorkovací frekvence 44,1 kHz. Na začátku měřeného zvukového signálu (mluveného slova) byla vygenerována frekvence od 1 Hz do 20 kHz a poté následoval prioritní zvukový signál.

8.1.1 Nastavení aplikací pro nahrávání zvukového signálu

Jednotlivá zařízení mají rozdílné operační systémy. U hudebních přenosových zařízení je lehké nastavení pro nahrávání. Není toho mnoho, co měnit a nastavovat. Obsahuje jen skromný firmware, jenž nabízí málo možností, do kterých formátů se může zvuk nahrávat. Diktafon má širší nabídku ve výběru zvukových formátů pro nahrávání.

Telefon Samsung Galaxy S běží na systému Android. Operační systém Android nabízí velkou škálu programů, což bylo velké plus, protože integrovaný program na nahrávání zvuku neměl potřebná nastavení. Druhý mobilní telefon Nokia E51 obsahuje operační systém Symbian, do kterého se přes rozhraní OviStore mohou instalovat programy. Nejen, že systém je starší, ale navíc se Nokia rozhodla Symbian opustit a do svých nových telefonů zimplementovat operační systém Windows. V důsledku toho byl využit výchozí program na nahrávání zvuku.

U systému BlackBerry na stejně jmenovaném tabletu. Nebylo možné zvolit aplikace zdarma na nahrávání zvuku, ale OS nabízel výchozí program na nahrávání zvuku. Většinou bývají nainstalované v základních verzích operačních systémů.

Tablet značky Samsung Galaxy Tab 2 se spouští na systému Android, na který lze nainstalovat programy z GooglePlay zdarma nebo za poplatek. V bezplatných programech byla možnost výběru z několika programů.

U notebooku Dell je nainstalován operační systém Windows Vista. V něm je integrovaný Sound Recorder, ale umí pouze spustit a zastavit nahrávání a poskytuje ukládat pouze do zvukového formátu WMA. Pro zmíněný operační systém nebylo zdoluhavé vyhledat vhodnější program na nahrávání audio signálu.

8.2 Postup měření

Reproduktor se postavil na pěnovou podložku, která byla položena na stole. Pěnová podložka sloužila pro eliminaci vibrací vycházející z reproduktoru. Poprvé reprodukuje zvukový signál zaznamenával, tzv. srovnávací mikrofon, zobrazen na obrázku č. 23. Vzdálenost od reproduktoru k mikrofonu a také k nahrávacím mobilním zařízením byla zvolena 30 cm. Vzdálenost byla určena podle obvyklé vzdálenosti při komunikaci mezi lidmi. Umístění mobilního zařízení je zobrazeno na obrázku č. 24. Pro přehlednost zaznamenaných zvukových nahrávek byly vytvořeny jejich zkratky podle pořízení z mobilních zařízení, viz tabulka č. 7.

Srovnávací mikrofon – byl použit z důvodu porovnávání nahraných zvukových signálů z mobilních zařízení. Porovnávalo se podle křivky frekvenční charakteristiky. Mikrofon s názvem Oktava MK-012 je kompaktní, vysoce kvalitní kondenzátorový mikrofon. Je vhodný pro snímání přesného zvukového záznamu. Využití nalézá ve vysílání záznamu nahrávacích studií. Nahrává celý slyšitelný frekvenční rozsah.



Obrázek 23: Umístění reproduktoru a srovnávacího mikrofonu

Zdroj: vlastní



Obrázek 24: Umístění reproduktoru a mobilního telefonu

Zdroj: vlastní

Tabulka 7: Přehled zkratk pořizených nahrávek z mobilních zařízení

Název mobilního zařízení	Zkratky pořizených nahrávek
Diktafon Edirol R09	NZ1_DED
Hudební přenosná zařízení MP3 iRiver	NZ2_MP3IR
Hudební přenosové zařízení MP3 Mercury	NZ3_MP3MER
Mobilní telefon Samsung Galaxy S I	NZ4_TELSAM
Mobilní telefon Nokia E51	NZ5_TELNOK
Tablet BlackBerry PlayBook	NZ6_TABBLACK
Tablet Samsung Galaxy Tab 2	NZ7_TABSAM
Notebook Dell XPS M1330	NZ8_NOTDELL

Zdroj: vlastní

9. Porovnání audio programů

Při úpravách nahrávek jsou použity základní metody audio úprav z kapitoly Mixování pomocí signálových procesorů. Pro porovnání programů mezi sebou byly vybrány stejné efekty. Porovnání programů bylo provedeno podle osmnácti kritérií. Vyhodnocovány byly programy podle parametrů, např. práce s nabízenými efekty a se stopou, vzhled programu, vhodné použití pro diplomovou práci, pořizovací cena, podpora českého jazyka atd. Jednotlivá kritéria jsou uvedena v tabulce č. 12. V programech se provádí normalizace, ekvalizér, dynamický nástroj (kompresor a odstranění šumu) a nakonec se nahrávka exportuje. Jednotlivými kroky je nahrávka upravována tak, aby se docílilo stejného, nebo nejbližší podobného tvaru frekvenční charakteristiky srovnávacího mikrofону. Níže je rozepsán podrobný postup v audio editačním programu Cubase 5.

9.1 Editace v Cubase 5

Po spuštění programu se spustí jako první projektový asistent. V němž je možnost spustit naposledy otevřené projekty, nahrávat nové projekty a otevřít program s nastavenými vlastnostmi pro jednotlivá použití (produkce, mastering, hraní na hudební nástroje aj.). Už od samého začátku působí Cubase jako profesionální program. Nahoře v okně jsou umístěny hlavní tlačítka pro práci se stopou. Po levé straně jsou zobrazeny základní nastavení zvukového signálu s možností zobrazení tzv. inspektorů. Umožňují vložit efekty, zobrazit ekvalizér, psát poznámky aj.

Cubase 5 nabízí celou řadu procesů. Pro porovnání programů jsou použity normalizace, ekvalizér, dynamický kompresor a nástroj na odstranění šumu. Software umožňuje provádět vybrané editační úpravy kromě Normalize v reálném čase. Práce se stopou je složitá a neintuitivní, je vhodné si před začátkem práce přečíst manuál.

Základní ovládací prvky

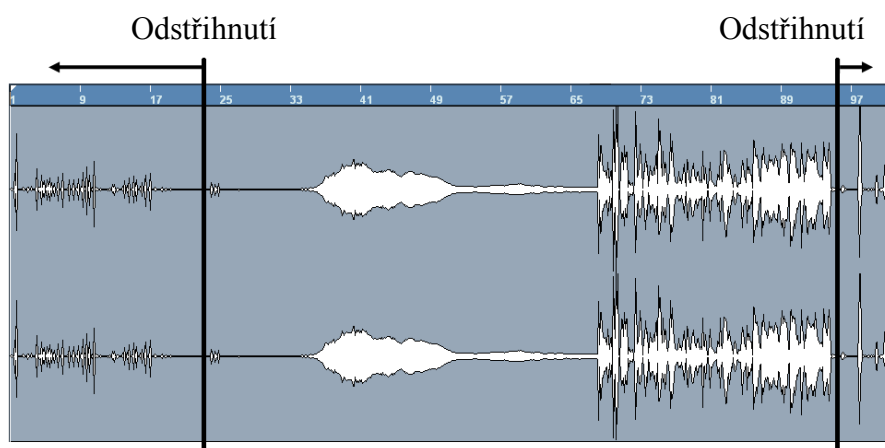
Mezi často používané ovládací prvky patří tzv. transportní ovladač. Umožňuje zapínat nahrávání a přehrávání stop, posun v nahrávce, zobrazovat hlasitost stopy a změnu hlasitosti. Dalšími, často používanými, ovládacími prvky jsou tlačítka M (Mute) a S (Solo)

a používá se převážně při práci s více stopami. Po stisknutí ikony mikrofonu je slyšet (pokud je zapnutý mikrofon) zvuk z mikrofonu, může se tak slyšet zároveň nahrávaný hlas.

Manipulace se zvukovou stopou

Přímo na stopě je umístěna první ikona (Object Selection), standardní nástroj slouží k výběru a přemístění stopy. Výběr se používá pro označení pouze části stopy, např. když není nutné změnit celou stopu. Střih se provádí pomocí Split (nůžky). Odstřiženou část lze odstranit tlačítkem Erase (Guma) a pomocí nástroje Glue (lepidla) se vyplní odstřižená část stopy (vytvoří se jednotná stopa). Poslední nástroj je Zoom (lupa), pro zvětšení zobrazovaného časového intervalu se klikne na stopu, u které se chce zvětšit velikost.

Během zaznamenávání vznikaly na krajích nahrávky nedůležité části s obsahem zvuku. Před začátkem upravování pořízených nahrávek, byly jejich stopy oříznuté o nepotřebný začátek a konec. Pro odebrání se použily nástroje – Split, Glue a Object Selection. Pomocí Split se klikne na hraniční část (užitečná a nepotřebná nahrávka), zobrazeno na obrázku č. 25, a nástrojem Glue se klikne na nepotřebné okrajové části stopy. Editačně upravený zvukový signál, je připravený na mixování.



Obrázek 25: Pořízená nahrávka s nepotřebnými oblastmi na krajích stopy
Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

Nastavování efektů

Efekty se nacházejí v položce Audio a v podpoložkách Process a nebo Plugins. Pokud se vyberou z výše uvedeného místa, efekty se po nastavení aplikují okamžitě. Software Cubase nabízí po otevření ikony Efekty pro stopu, možnost nastavení na upravení z osmi

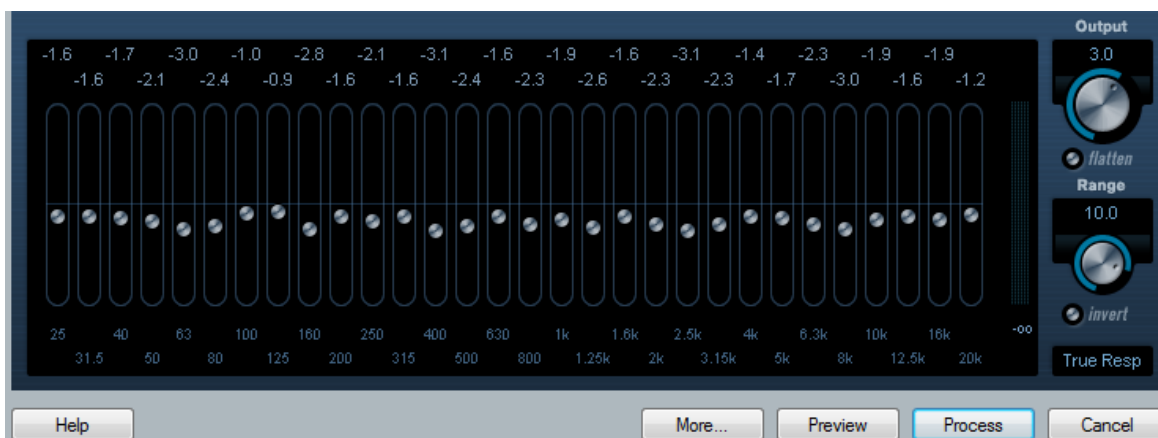
efektů (nástroj Inserts), ve stejném okně je možné nastavit jeden z několika ekvalizérů, viz obrázek č. 26. U jednotlivých efektů je nabízen výběr z přednastavených voleb anebo si uložit vlastní nastavení.



Obrázek 26: Vkládání jednotlivých efektů pomocí Inserts a efekt Equalizers

Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

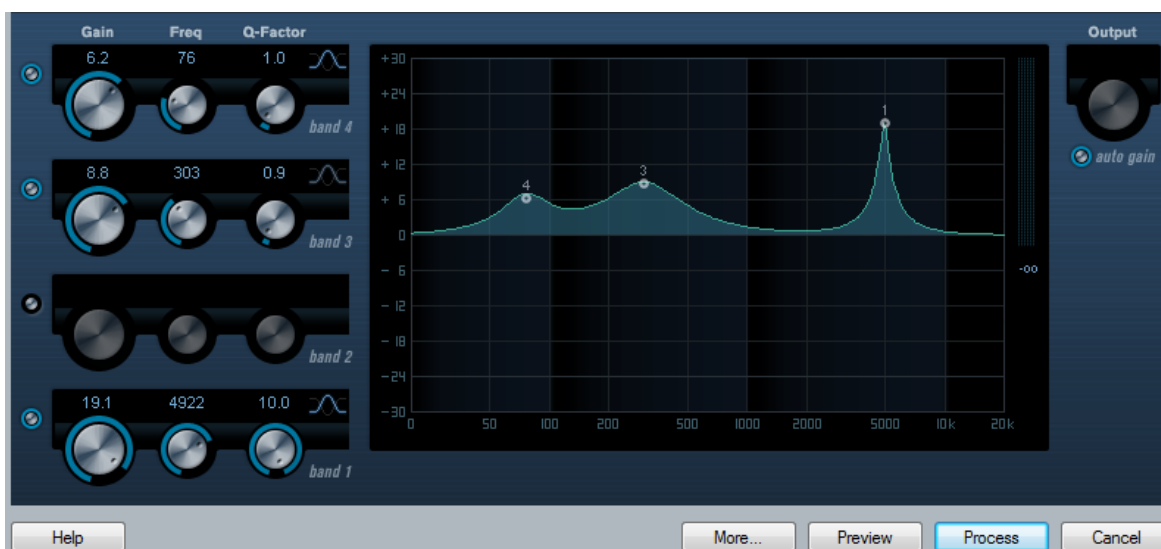
Equalizers – převážně pomocí ekvalizéru se upravovala kvalita nahrávky, aby odpovídala podle srovnávací frekvenční charakteristiky. V Cubase se nachází několik typů ekvalizérů, mezi prvními jsou GEQ-10 a GEQ-30. Mají stejný princip ovládání s šavlemi, jak je vidět z obrázku č. 27. Nevýhodou je princip nastavení frekvencí, ve výsledku totiž není možné měnit všechny potřebné frekvence. Velice nápomocné je tlačítko Flatten, pomocí něj se vrátí všechny šavle do výchozí polohy. GEQ-10 má 10 šavlí na rozdíl od GEQ-30, který jich má 30 a u každé se nastavuje hlasitost pro konkrétní frekvenci. Oběma ekvalizéry se dalo měnit frekvenci zvukových nahrávek a to díky velkému počtu šavlí v basové oblasti. Pro vyšší frekvence je omezená možnost použití daných ekvalizérů. U některých pořízených nahrávek bylo nutné upravovat i frekvenční charakteristiku ve vyšších frekvencích, kde se musel vyzkoušet jiný nabízený ekvalizér.



Obrázek 27: Nastavení Ekvalizér GEQ-30

Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

Dalším ekvalizérem je StudioEQ, který se nachází v položce Audio, podpoložce Plugins a EQ. Je vhodný pro ladění úzkých vrcholů, jak poukazuje bod-1 na obrázku č. 28, hlavně pomocí Q-Factor, který mění šířku spodních ohybů. Celkově je možné nastavit čtyři body pomocí grafu či ručně vepsat hodnoty.



Obrázek 28: Nastavení Ekvalizér StudioEQ

Zdroj: print screen v programu Cubase 5- vlastní

Předposlední ekvalizér typu filter se nazývá Q, nachází se v položce Audio, podpoložce Filter a Q. Je vhodný na upravování frekvenčních pásem a vrcholů. Nabízí možnost nastavení šířky, přehled nastavení ukazuje obrázek č. 29. Poslední ekvalizér s názvem Equalizers je ukázaný na obrázku č. 26. Měl stejné možnosti úprav jako ekvalizér StudioEQ, jedinou odchylkou je absence výběru nastavování hodnot otáčením knopu.

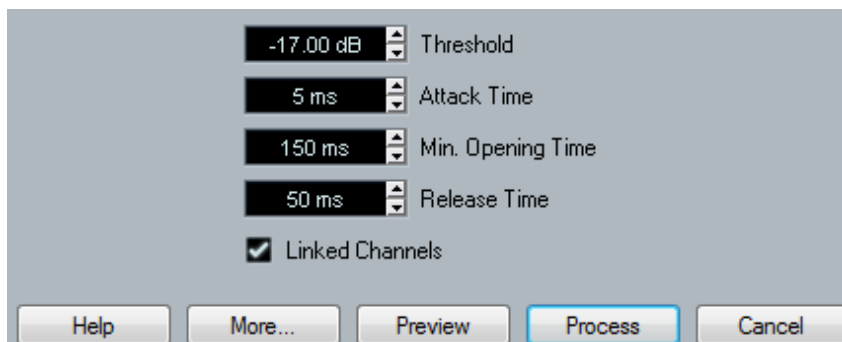


Obrázek 29: Nastavení Ekvalizér/filter – Q

Zdroj: print screen v programu Cubase 5- vlastní

Po přiblížení anebo vyrovnaní křivky frekvenční charakteristiky se pokračovalo na další efekt. U většiny nahrávek byl zaznamenán šum, bylo nutné ho minimálně potlačit (efekt se mohl použít i po kompresoru). Vhodným se ukázal dynamický procesor Noise Gate.

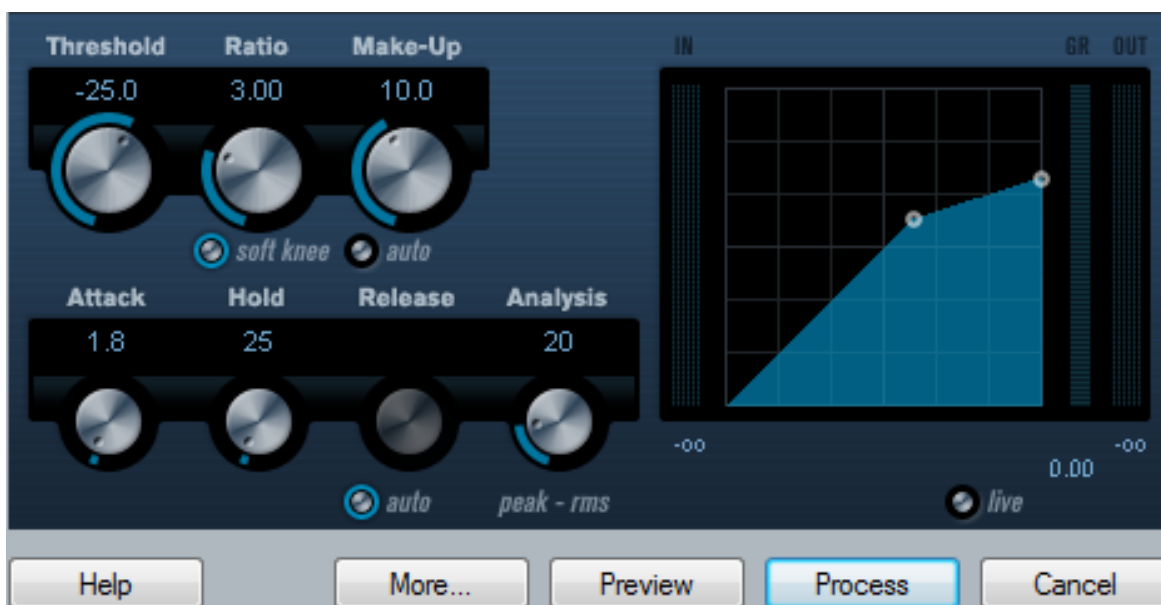
Noise Gate – nabízí schopný efekt pro snížení až odstranění nepotřebných signálů (šumů). Pomocí tlačítka Preview se vyzkoušel nastavený Threshold, zdali je na správné hranici (vhodné je použít nástroj Spectrum Analyzer) a poté se klikne tlačítko Process, zvýrazněno na obrázku č. 30. Ostatní hodnoty se nechaly přednastavené.



Obrázek 30: Nastavení efektu Noise Gate

Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

Compressor – užitečný dynamický procesor pro úpravu dynamického rozsahu. Zvolil se Threshold podle údajů z nástroje Spectrum Analyzer, Ratio se nastavilo na používanou hodnotu pro hlas na velikost 3.00, Make-Up se nastavil na hodnotu 10 dB a ostatní hodnoty se nechaly přednastavené, viz obrázek č. 31.

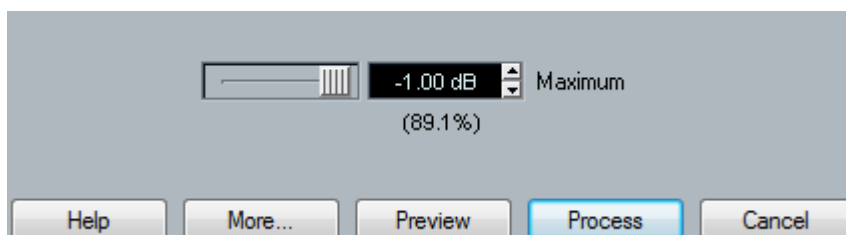


Obrázek 31: Nastavení efektu Compressor

Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

Posledním krokem v úpravách nahrávek bylo nastavení hlasitosti na shodnou velikost pro všechny nahrávky.

Normalize – upravuje výšku amplitud na nastavenou hodnotu podle nejvyšší amplitudy. Normalizovalo se na velikost -1 dB, aby byla výstupní hlasitost na stejné úrovni (bez Clippingu). Normalize je jednoduchý proces, který se provede po stisknutí tlačítka Process, prezentuje obrázek č. 32.



Obrázek 32: Nastavení procesu Normalize

Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

V průběhu úprav bylo nutné používat měřicí nástroje, které zobrazí užitečné informace o signálu. Bylo zapotřebí kontrolovat, především u nastavení frekvenční charakteristiky, jak vypadá křivka frekvenční analýzy a jestli odpovídá charakteristice srovnávacího mikrofону.

Měřicí nástroje

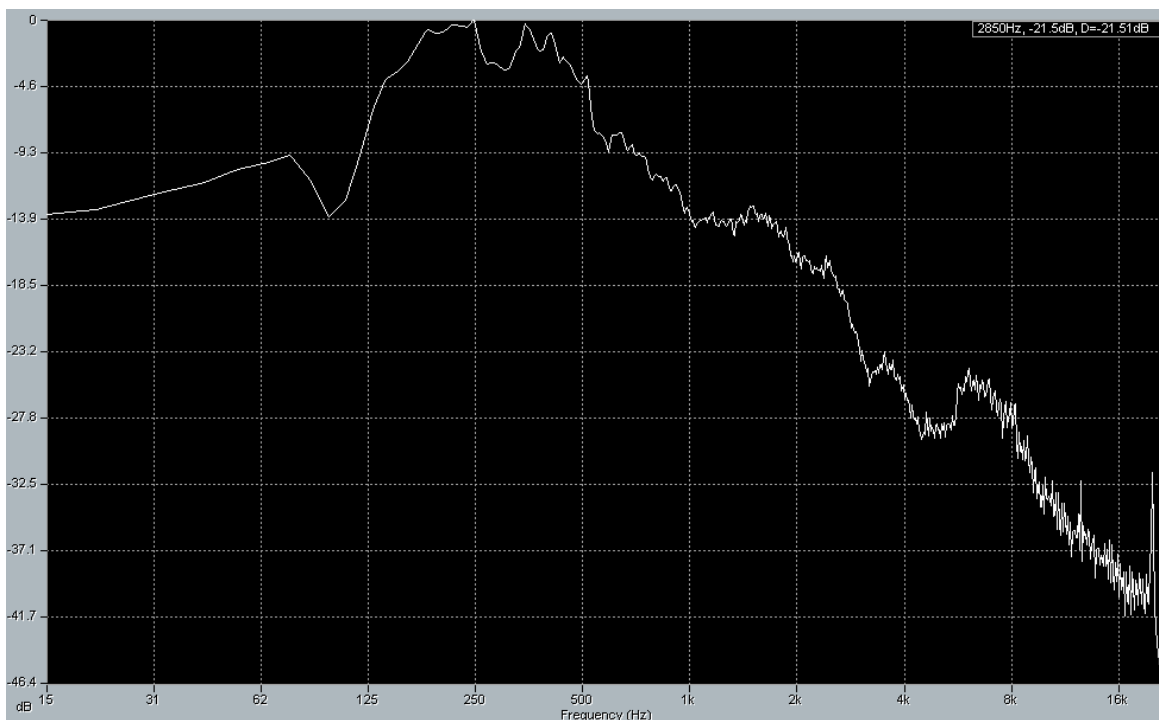
Program obsahuje z měřících nástrojů spektrální analyzátor a statistické údaje o zvukovém signálu. Nástroje jsou uloženy v položce Audio, jako třetí a čtvrtá podpoložka.

Spectrum Analyzer – funkce analyzuje vybrané audio, vypočítá spektrum a zobrazí údaje ve dvourozměrném grafu, s frekvencí na ose X a úrovní hlasitosti na ose Y, viz obrázek č. 33. Před konečným zobrazením grafu je možné nastavit konkrétní parametry, nastavení parametrů je uvedeno v tabulce č. 8. Nakonec po stisknutí tlačítka Process se zobrazí okno se spektrální analýzou.

Tabulka 8: Nastavení spektrální analýzy

Nastavení	Popis
Size in Samples	Rozdělí zvuk do analyzovaných bloků. Čím vyšší je hodnota, tím vyšší je frekvenční rozlišení výsledného spektra.
Window Used	Umožňuje vybrat, který typ okna se použije pro výpočet spektra.
Normalized Values	Pokud je aktivováno, výsledné hodnoty úrovní jsou zmenšeny. Nejvyšší úroveň je zobrazena jako -1 (0 dB).
From Stereo	Při rozboru stereo stopy je menu s následujícími možnostmi.
Stereo	Oba kanály jsou analyzovány (zobrazí se samostatně oba kanály).
Mono Left/Right	Vybere se levý nebo pravý kanál pro analýzu.
Mono Mix	Stereo signál je smíchán před analýzou na mono.

Zdroj: [51]



Obrázek 33: Spektrální analýza výsledného zvukového signálu – NZI_DED

Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

Tabulka 9: Nastavení zobrazení spektrální analýzy

Nastavení	Popis
dB	Zobrazí se na svislé ose hodnoty dB. Jinak jsou nastaveny hodnoty mezi 0 – 1.
Freq. log	Frekvence (horizontální osa) se zobrazí na logaritmické stupnici. Jinak je osa nastavena na lineární.
Precision	Udává frekvenční rozlišení grafu.
Min.	Nastavuje nejnižší frekvenci v grafu.
Max.	Nastavuje nejvyšší frekvenci v grafu.
Frequency/Note	Umožňuje zvolit zobrazení frekvence v Hz nebo s názvy poznámek.
Active	Při aktivaci bude příští analýza spektra v jednom okně. Nová analýza se objeví v samostatných oknech.

Zdroj: [53]

Přesunutím kurzorem myši na křivku se zvýrazní kolečko, které snímá aktuální pozici jednotky osy. Pro porovnání úrovně mezi dvěma frekvencemi, se podrží pravé tlačítko myši na jednom bodu a najetím na jiný bod křivky se zobrazí rozdíl úrovní mezi body (označené písmenem – D). Pokud se zvolí nastavení Stereo v prvním kroku, graf zobrazí levý a pravý kanál. Levý kanál má barvu bílou a pravý žlutou. Přepínání zobrazení

aktuálních pozic mezi kanály se podrží klávesa Shift. Lze měnit nastavení zobrazení grafu, viz tabulka č. 9.

Statistické údaje o zvukové stopě – analyzuje vybranou oblast nebo celou stopu, viz obrázek č. 34. Zjistí důležité informace o stopě např. průměrnou hlasitost, zdali obsahuje stejnosměrnou složku a minimální a maximální hrby. DC Offset představuje obsah stejnosměrného proudu v signálu. Číselná hodnota udává, o kolik je zvuk vychýlen od nulové úrovně (doporučuje se ji odstranit).

Channel	Left	Right
Min. Sample Value:	-0.891 -1.00 dB	-0.891 -1.00 dB
Max. Sample Value:	0.891 -1.00 dB	0.891 -1.00 dB
Peak Amplitude:	-1.00 dB	-1.00 dB
DC Offset:	-0.36 % -67.80 dB	-0.36 % -67.80 dB
Estimated Resolution:	16 Bit	16 Bit
Estimated Pitch:	4337.6Hz/C#7	4337.6Hz/C#7
Sample Rate:	44.100 kHz	44.100 kHz
Min. RMS Power:	-∞ dB	-∞ dB
Max. RMS Power:	-4.06 dB	-4.06 dB
Average:	-14.73 dB	-14.73 dB
<div> <div>Help</div> <div>Close</div> </div>		

Obrázek 34: Statistické údaje o zvukovém signálu

Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

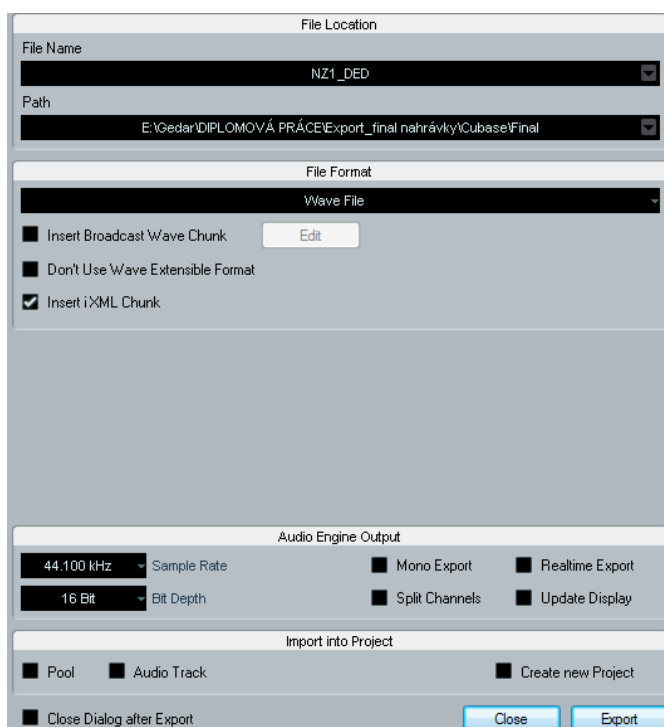
Tabulka 10: Význam statistických údajů

Parametr	Popis
Max. Sample Value	Nejvyšší hodnota vzorku, udává se mezi (-1;1) a dB.
Min. Sample Value	Nejnižší hodnota vzorku, udává se mezi (-1;1) a dB.
DC Offset	Množství stejnosměrného posunu, udává se v procentech a dB.
Estimated Resolution	Vypočítaná velikost bitového rozlišení podle nejmenšího výškového rozdílu mezi dvěma vzorky.
Estimated Pitch	Odhadovaný rozsah v audio oblasti.
Peak Amplitude	Největší hodnota vzorku zobrazená v dB.
Sample Rate	Vzorkovací kmitočet v audio oblasti.
Min. RMS Power	Nejnižší hlasitost v audio oblasti.
Max. RMS Power	Nejvyšší hlasitost v audio oblasti.
Average	Průměrná hlasitost v audio oblasti.

Zdroj: [53]

Export projektu

Po dokončení finálních úprav bylo nutné projekt exportovat, aby bylo možné jej importovat do jiného programu. Před samotným ukládáním se musí nastavit kolik taktů je potřeba k uložení. V položce File se nachází funkce Export, v níž se vybere Audio Mixdown. Zobrazené okno je znázorněno na obrázku č. 35. Výsledný zvukový soubor se u všech nahrávek ukládá do zvukového formátu WAV – 44 kHz a bitové hloubky 16 bit. Po nastavení důležitých parametrů (název souboru, výběr zvukového formátu, místo uložení, vzorkovací frekvence a bitová hloubka) se klikne na tlačítko Export.



Obrázek 35: Nastavení parametrů v exportu zvukového souboru
Zdroj: Print screen z programu Cubase 5 – vlastní

Srovnání nástrojů podle nastavených parametrů

Jednotlivé úpravy s efekty se prováděly na všech pořízených nahrávkách z mobilních zařízení a ve všech porovnávaných programech. U následných programů se podrobně nepopisovaly postupy s obrázky, neboť by to zabralo mnoho místa. Je třeba upozornit, že při vkládání zvukových stop do programů, každý program převzorkuje nahrávku. Proto ve všech programech je nastavena vzorkovací frekvence o 44,1 kHz. Měření se provádělo na notebooku Acer Aspire s procesorem Intel Core i3-370M (2,4 GHz) a operační paměť

4 GB. Náročnost programu se měřilo pomocí Windows Task Manager. Z nabízených nástrojů byly vybrány: kolik zabírá spuštěný program místa v operační paměti a využití procesoru – CPU. Programy byly spouštěny samostatně a hodnoty zatížení procesoru jsou uváděny v tabulce č. 11, znamenají nárůst během vykonání efektu. Pokud je program v nečinnosti (po okamžitém spuštění), zabírá operační paměť přibližně 75 MB.

Tabulka 11: Náročnost na operační systém

Signálový efekt	Zatížení procesoru [%]
Normalize	12
Compressor	15
EQ	23
Noise Gate	24

Zdroj: vlastní

Vzhledem porovnání podstatných vlastností nástrojů pro editaci zvukových signálů bylo zvoleno 18 parametrů, viz tabulka č. 12. Především se zaměřilo na srovnávání signálových procesorů pomocí nichž se upravovaly pořízené zvukové nahrávky, ale také se hodnotily subjektivní parametry. U většiny parametrů se hodnotilo od 1 do 5, kde 1 byla nejnižší možná hodnota a 5 největší. U parametru – příhodné pro účely práce DP – byl zvolen rozsah hodnocení po 1, 3, 5, 7 a 9 (větší číslo představuje lepší využití v programu). A u dvou parametrů – podpora českého jazyka a nahrávání zvukového signálu v programu, byly zvoleny pouze dvě možné situace – Ne a Ano, kde Ne je za 0 bodů a Ano za 2 body.

Porovnání bylo prováděno ve 4 audio programech na úpravu zvukového signálu, z toho 2 freewarové (Audacity, Music Editor Free) a 2 komerční (Cubase, Adobe Audition). Tabulka č. 13 zobrazuje výsledné hodnocení porovnávaných audio programů.

Tabulka 12: Přehled parametrů a stupnice hodnocení pro porovnávané audio programy

Název parametru	Stupnice hodnocení parametrů				
Normalizace	1	2	3	4	5
Odstranění šumu	1	2	3	4	5
Ekvalizéry	1	2	3	4	5
Kompresor	1	2	3	4	5
Intuitivní ovládání	1	2	3	4	5
Nastavení os	1	2	3	4	5
Práce se stopou	1	2	3	4	5
Podpora manuálů	1	2	3	4	5
Design programu	1	2	3	4	5
Počet signálových procesorů	1	2	3	4	5
Práce a nabídka s nástroji	1	2	3	4	5
Příhodné pro účely DP	1	3	5	7	9
Podpora českého jazyka	Ne – 0	Ano – 2			
Možnost nahrávání zvuku v programu	Ne – 0	Ano – 2			
Náročnost programu na OS	1	2	3	4	5
Cena programu s DPH [Kč]	Do 15 000 1	Do 10 000 2	Do 5 000 3	ZDARMA 5	
Aktualizace a nové verze programu	1	2	3	4	5
Celkový dojem	1	2	3	4	5

Zdroj: vlastní

Tabulka 13: Hodnocení porovnaných audio programů

Název parametru	Hodnocení A. Audition CS6	Hodnocení Cubase 5	Hodnocení Audacity	Hodnocení Music E. F.
Normalizace	5	5	5	1
Odstranění šumu	4	4	5	1
Ekvalizéry	5	5	2	2
Kompresor	4	4	4	2
Intuitivní ovládání	5	3	5	5
Nastavení os	5	2	5	3
Práce se stopou	4	3	4	3
Podpora manuálů	5	4	5	4
Design programu	4	4	2	3
Počet signálových procesorů	5	5	3	2
Práce a nabídka s nástroji	5	4	2	1
Příhodné pro účely DP	9	5	5	1
Podpora českého jazyka	0	0	2	0
Možnost nahrávání zvuku v programu	2	2	2	2
Náročnost programu na OS	2	5	3	4
Cena audio programu	2	3	5	5
Aktualizace a nové verze programu	5	5	5	2
Celkový dojem programu	5	4	3	2
Sečtené výsledné hodnoty	76	67	67	43

Zdroj: vlastní

9.2 Editace v Adobe Audition CS6

Výhodou pro porovnání je možnost uložení frekvenční analýzy srovnávacího mikrofону a k ní zobrazení jednotlivých frekvenčních křivky nahrávek. Při nastavování nahrávek na kvalitu srovnávacího mikrofону jsou použity následující efekty. Dva ekvalizéry s možnostmi nastavování přes šavle anebo přes grafické nastavování (Graphic a Parametric Equalizer). U grafického ekvalizéru je výhodou ruční zadávání frekvence. Efekt Dynamics Processing nabízí výběr z několika desítek přednastavených parametrů. Ovládá se nejen podle parametrů, ale podle grafického rozhraní anebo parametrů s nastavováním šavlí. Proces Normalize mění amplitudy procentuálně nebo k jednotce decibel. Z nabídky pro odstranění nepotřebných ruchů je na výběr z pěti efektů, které lze ovládat podle přemísťování bodů na grafu a šavlí. Jednotlivá okna efektů nabízejí nápovědu v podobě tlačítka Help. Pro porovnání je využita Frequency Analysis, která pracuje v reálném čase. Překvapivě je program nejvíce náročný na procesor, viz tabulka č. 14. Program při nečinnosti (po okamžitém spuštění), zabírá operační paměť přibližně 151 MB.

Tabulka 14: Náročnost na operační systém

Použitý efekt	Zatížení procesoru [%]
Normalize	19
Dynamics Processing	25
EQ	30
Noise Reduction	50

Zdroj: vlastní

9.3 Editace v Audacity

Po spuštění se zobrazí uvítací okno s výběrem pomoci a manuálu. Na první pohled si lze všimnout jednoduchého vzhledu. Dobře se v něm pracuje s nahrávkami, v důsledku jednoduchého posouvání kurzoru po stopě. Efekty a nástroje se otevírají v položkách umístěné v hlavním menu. U práce s efekty docházelo často k vyskočení nabídky efektů, po dvojitém kliknutí šipky nahoru (zdlouhavě komplikuje práci). U svislé osy lze nastavovat velikost hodnot (0-1) nebo jednotku decibel.

Ekvalizér je nabízený pouze jeden, ale lze si vybrat z grafického zobrazení. Možnost nastavení se provádí pomocí šavlí nebo se může přímo korigovat změny polohou křivky anebo předem nadefinovaných uložených křivek (i z vlastních uložených). U provádění změn pomocí grafického zobrazení jsou velmi malé úchyty pro změnu polohy, tím vzniká složité a nepřesné nastavování frekvencí. Kompresor je řešen pomocí horizontálních šavlí a grafického náhledu přímky změn. Nepřesné nastavování v grafickém zobrazení.

Efekty na odstranění nedůležitých složek signálu jsou dva. První slouží na odstranění praskání a druhý na odstranění šumu. U druhého se označí nevhodná část (vzorek šumu) přímo na stopě, a ta se následně odstraní označené oblasti stopy. Není nutné zjišťovat úroveň hlasitosti šumu pomocí frekvenční analýzy. V reálném čase nepracuje měřicí nástroj frekvenční analyzátor. Po otevření analyzátoru je vždy potřeba označit oblast na stopě (nevypočítává frekvenci zároveň při posunu kurzoru). Úpravy pomocí ekvalizéru jsou velice pracné, složité a zdlouhavé. A to je dáno převážně tím, že se neukládá naposled upravené nastavení. Program při nečinnosti (po okamžitém spuštění), zabírá operační paměť přibližně 14 MB. Tabulka č. 15 zobrazuje náročnost programu Audacity na OS.

Tabulka 15: Náročnost programu Audacity na operační systém

Použitý efekt	Zatížení procesoru [%]
Normalizovat	25
Kompresor	25
Ekvalizace	24
Odstranění šumu	24

Zdroj: vlastní

9.4 Editace v Music Editor Free

Jako první se po spuštění zobrazí uvítací okno. Z následujících činností je k dispozici nový projekt, nové nahrávání zvukového signálu, upload dat z mechaniky, zadávání textu na převod do zvukového signálu, naposled spuštěné soubory a soubory s manuály. Orientace v programu je snadná. Program je velmi jednoduchý a orientace v něm je snadná a přehledná. Po levé straně jsou zobrazeny efekty, které se nachází i v základní liště umístěné nahoře. Normalizace se mění pomocí připravených hodnot nebo zapsáním čísla do pole. Bohužel toto řešení není moc praktické, lépe se pracuje s jednotkou decibel. V Equalizéru se nastavuje hlasitost pouze podle dvanácti šavlí a poskytuje možnost volby

z předem nadefinovaných možností. Dynamic Compressor je v programu Music Editor Free hodně jednoduchý na nastavování. Na výběr jsou dva přednastavené parametry nebo možnost vlastního nastavení (Threshold a Rate). Efekt Noise Reduction opět lze navolit z nastavených parametrů nebo vlastních (Threshold, Rate, Time). V každém zobrazeném okně efektu je tlačítko Help. Z měřících nástrojů zahrnuje pouze frekvenční analýzu, pomocí přesunu kurzoru v oblasti stopy okamžitě zachycuje frekvence. Nevýhodou u ní je malé zobrazovací okno (nelze měnit rozměry okna).

Program vypadá vzhledově lépe než Audacity, po otevření vyvolává dojem, že má mnoho funkcí, ale jedná se většinou jen o jednoduché editační procesy. K nim nabízí překvapivě import zvuku z videa a youtube-video. Program je omezený, některé činnosti pracují až v upgrade programu Deluxe Version, za který chce společnost 600 Kč. V bezplatné verzi není dovoleno ukládat konečné zvukové soubory do formátu (MP3, Ogg, WMA). Program při nečinnosti (po okamžitém spuštění), zabírá operační paměť přibližně 20 MB. Tabulka č. 16 zobrazuje náročnost programu Audacity na OS.

Tabulka 16: Náročnost programu Music Editor Free na operační systém

Použitý efekt	Zatížení procesoru [%]
Normalize	16
Dynamic Compressor	23
Equalizer	23
Noise Reduction	22

Zdroj: vlastní

10. Zhodnocení a ekonomická rozvaha

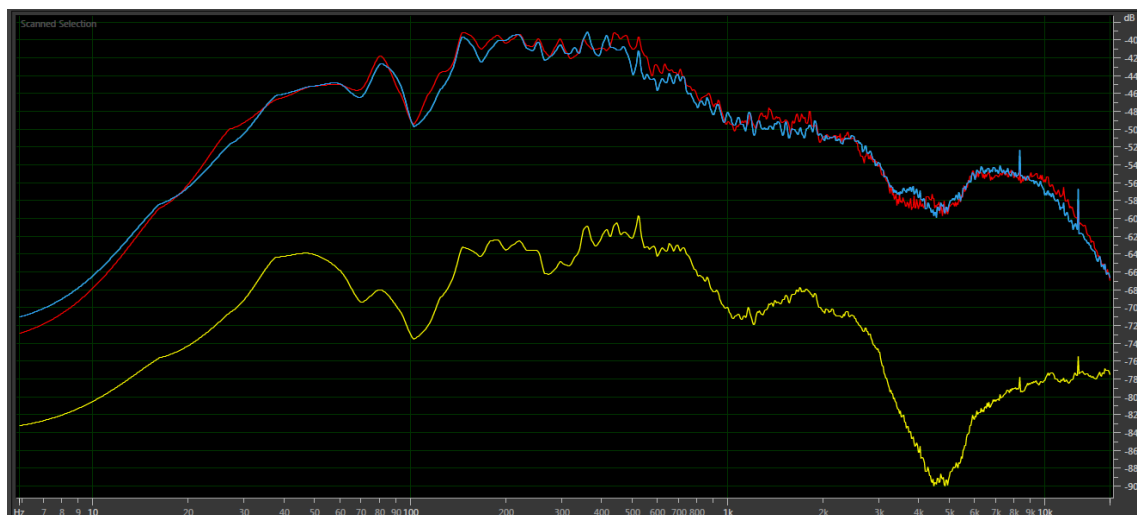
Kapitola zhodnocení srovnává pořízené zvukové nahrávky před úpravami a po úpravách. Po zhodnocení pořízených nahrávek se vyhodnocují použité programy pro úpravu zvuku a získává se výsledné řešení vhodného audio programu. Ekonomická rozvaha poskytuje východisko zdali je možné nahrávat zvukové signály s použitím levných anebo drahých mobilních zařízení, za pomoci úprav nahrávek v audio nástrojích. V samotném závěru ekonomické rozvahy se upozorňuje na alternativní možnosti.

10.1 Srovnání pořízených nahrávek

U jednotlivých nahrávek jsou přidány frekvenční charakteristiky z programu Adobe Audition, protože umožňuje přidat několik křivek do jednoho okna frekvenční analýzy (přehledné). Červená je křivka srovnávacího mikrofonu, žlutá křivka reprezentuje jednotlivé pořízené zvukové nahrávky před úpravami a modrá křivka je zobrazena po frekvenční korekci. Nakonec byla upravena dynamika, provedena normalizace a byl potlačen šum (na obrázcích jsou křivky před těmito úpravami pro zachování přehlednosti). Pokud jsou v grafu zobrazeny hrby (špičky), je mikrofón u mobilních zařízení méně citlivý na některé frekvence (především byl výskyt hrbů u vysokých frekvencí). Některé hrby mohou být ovlivněny zdrojem zvukového signálu (reproduktorem) a velikostí místnosti (odrazy, hučení aj.). Pořízené záznamy audio zvuku před úpravami a po úpravách z jednotlivých audio programů jsou přiloženy na CD.

Zaznamenaná nahrávka NZ1_DED, vlastnosti nahrávky:

- Zařízení nahrává celou slyšitelnou frekvenční škálu, s nízkým vnímatelným šumem.
- Rozdíl: zvýšená hlasitost do 70 Hz (subbasová oblast); mírný propad v oblasti nižších středů kolem 290 Hz a 1,1 kHz; znatelný propad v hlasitosti o 18 dB v rozsahu od 3 kHz do 6 kHz (vyšší středy a výšky).
- Tvar křivky frekvenční charakteristiky je před úpravou téměř totožný.

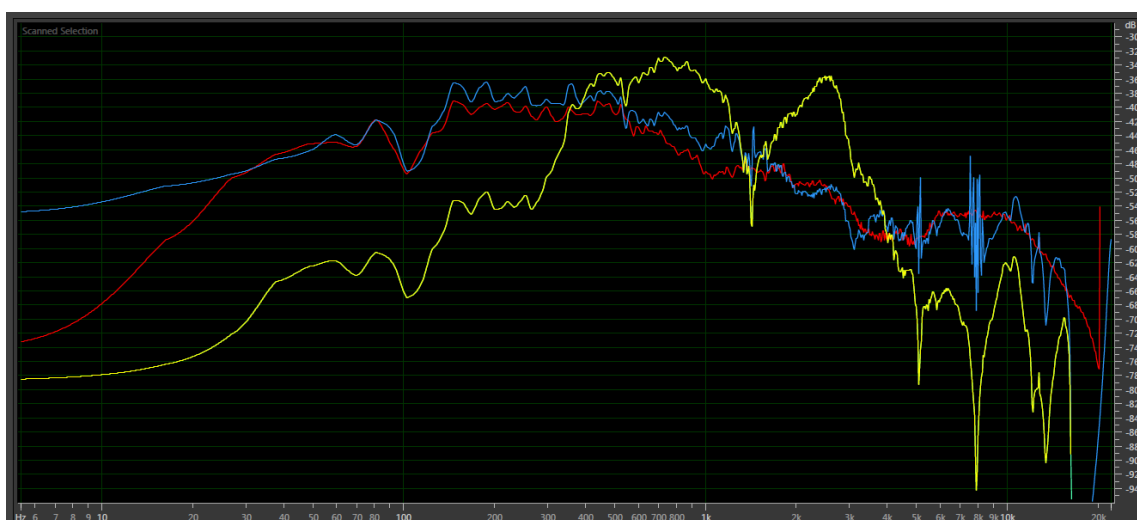


Obrázek 36: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ1_DED

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

Zaznamenaná nahrávka NZ2_MP3IR, vlastnosti nahrávky:

- Zařízení umožňovalo nastavit vzorkovací frekvenci 44,1 kHz ale ve skutečnosti nahrávalo pouze do 16 kHz.
- Zařízení neumělo nahrávat do zvukového formátu WAV (pouze do mp3).
- Výrazný šum v pozadí i během mluvení, ale hlas je srozumitelný.
- Rozdíl převážně v propadu frekvencí 1,5 kHz (nižší středy) o 16 dB; 5 kHz (výšky) o 12 dB; v oblasti vyšších výšek – 8 kHz o 26 dB a v rozsahu od 10 kHz do 15,3 kHz o 20 dB.
- Náročná a omezená úprava frekvencí od 10 kHz.

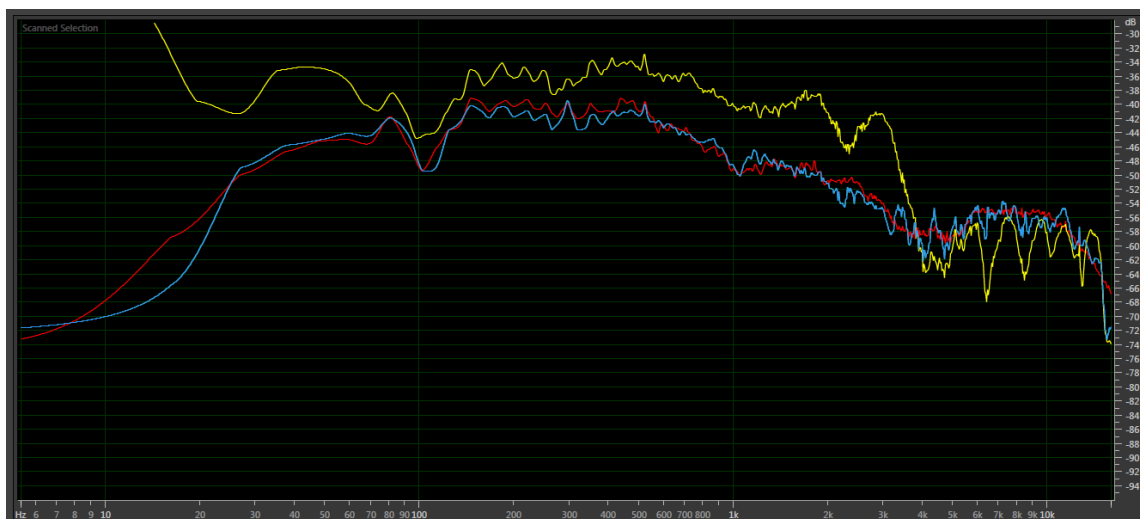


Obrázek 37: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ2_MP3IR

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

Zaznamenaná nahrávka NZ3_MP3MER, vlastnosti nahrávky:

- Vzorkovací frekvence 32 kHz, nahrávalo pouze do 15 kHz.
- Znatelný šum a vrčení v pozadí, hlas je srozumitelný.
- Rozdíly v subbasové oblasti převážně kolem 20 Hz; propad frekvence 2,3 kHz (nižší středy); od 3,3 kHz znatelný propad frekvencí o 16 dB (vyšší středy); potom hrby v 5,6 kHz (výšky); 7,4 kHz; 9,5 kHz; 11,1 kHz a 14 kHz v rozmezí hlasitosti o 10 dB (vyšší výšky).
- V prvním kroku se zvýšila frekvence od 3,3 kHz a poté se upravoval rozsah do 30 Hz.
- Následně se zvyšovaly uvedené hrby od 5,6 kHz na stejnou úroveň hlasitosti a následně se vyrovnávaly. Úpravy náročné a omezené.

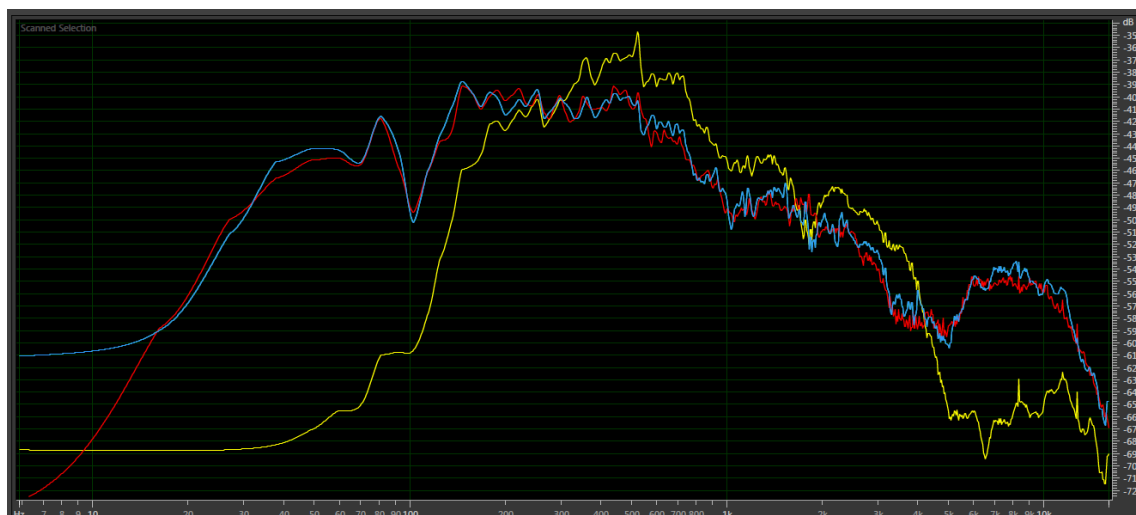


Obrázek 38: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ3_MP3MER

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

Zaznamenaná nahrávka NZ4_TELSAM, vlastnosti nahrávky:

- Šum v pozadí, ale jinak je hlas srozumitelný.
- Vysoké frekvence zaznamenány s minimálními hrby (výrazný pouze v 6,5 kHz).
- Výrazný pokles hlasitosti do 110 Hz (24 dB) a od 4 kHz (12 dB).
- Nezbytná úprava frekvencí do 110 Hz a od 1 kHz do 4 kHz.

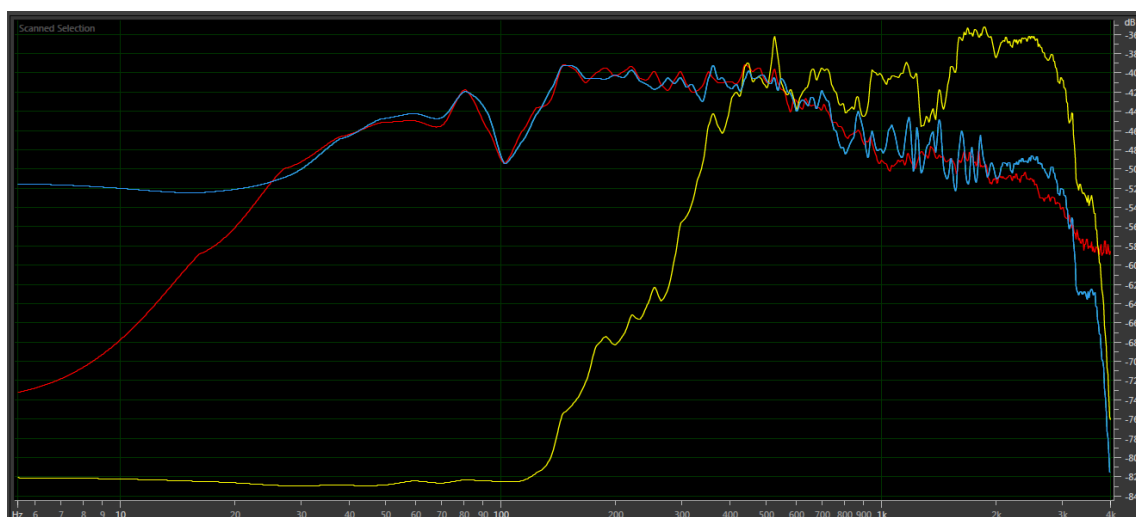


Obrázek 39: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ4_TELSAM

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

Zaznamenaná nahrávka NZ5_TELNOK, vlastnosti nahrávky:

- Vzorkovací frekvence 8 kHz, nahrávalo pouze do 4 kHz
- Slabé chrčení v pozadí, šum v pozadí i během mluvení, hlas je srozumitelný.
- Útlum hlasitosti o 12 dB do frekvencí 150 Hz; potom hlasitost roste s hrby do frekvence 550 kHz; propad hlasitosti o 8 dB mezi frekvencemi 550 – 1 580 dB;
- Velké množství vrcholů v celém průběhu křivky frekvenční analýzy, proto úpravy velmi náročné.

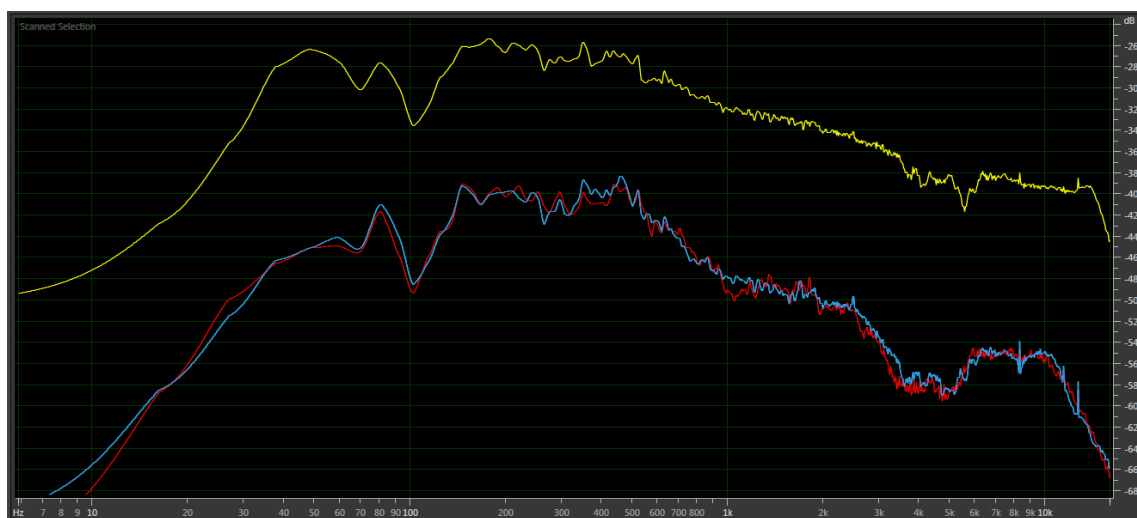


Obrázek 40: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ5_TELNOK

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

Zaznamenaná nahrávka NZ6_TABBLACK, vlastnosti nahrávky:

- Výrazný šum v tichu i během mluvení, hlas srozumitelný.
- Vzorkovací frekvence 44,1 kHz, nahrávalo pouze do 17 kHz
- Téměř přesně kopíruje křivku srovnávacího mikrofону.
- Úprava byla rychlá v důsledku kvality křivky frekvenční charakteristiky.

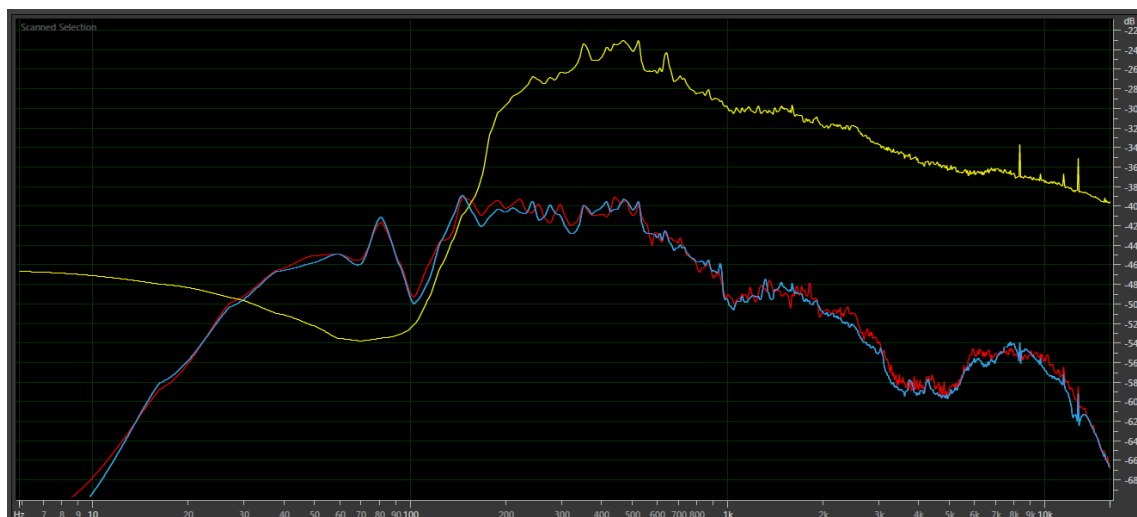


Obrázek 41: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ6_TABBLACK

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

Zaznamenaná nahrávka NZ7_TABSAM, vlastnosti nahrávky:

- Šum výrazný v tichu i během mluvení (nejhorší z nahrávek), hlas srozumitelný.
- Vzorkovací frekvence 44,1 kHz, nahrávalo slyšitelný frekvenční rozsah.
- Potlačené frekvence do 180 Hz o úroveň 15 dB (subbasová a basová oblast), potom drobné hrby pro frekvence 8,3 kHz a 12,5 kHz (vyšší výšky).
- V důsledku potlačení prvních oblastí bylo nutné ji celou upravit.

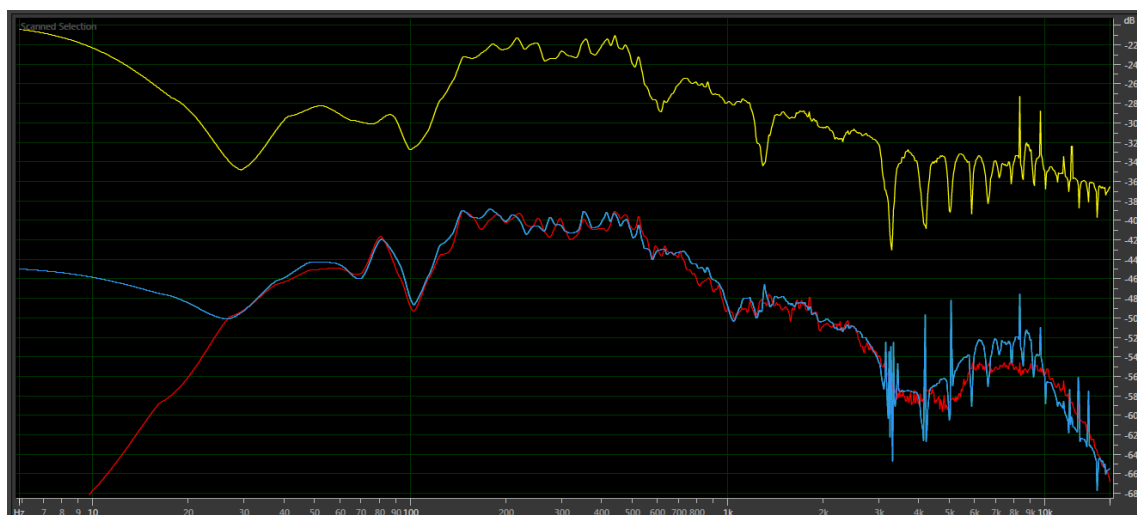


Obrázek 42: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ7_TABSAM

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

Zaznamenaná nahrávka NZ8_NOTDELL, vlastnosti nahrávky:

- Výrazný šum v pozadí a během mluvení, hlas je srozumitelný.
- Výrazný propad u frekvence 1,3 kHz o 6 dB, výrazné hrby (v oblasti vyšší střeďy, výšky, vyšší výšky) od 3,6 kHz do 15 kHz (průměrně o 6 dB, maximální o 12 dB)
- Uvedené hrby od 3,3 kHz nebylo možné zásadně přiblížit srovnávací křivce frekvenční charakteristiky.



Obrázek 43: Frekvenční charakteristika zvukové nahrávky NZ8_NOTDELL

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

10.1.1 Vyhodnocení pořízených a upravených nahrávek

K porovnání nahrávek slouží frekvenční charakteristika srovnávacího mikrofonu. Z ní je možné vyvodit závěry ohledně kvality před úpravami a po úpravách pořízených nahrávek. V tabulce č. 17 je přehled vyhodnocení před úpravami a po úpravách (hodnocení v rozsahu od 1 do 5, kde 1 představuje nejlepší a 5 nejhorší situaci).

Před úpravami – po srovnání jednotlivých křivek s srovnávací frekvenční charakteristikou jsou téměř identické pořízené nahrávky u NZ1_DED a NZ6_TABBLACK, proto jsou vyhodnoceny jako vhodné pro nahrávání zvukového signálu. Zvukové nahrávky NZ4_TELSAM a NZ7_TABSAM mají omezené basové frekvence a pouze drobné hrby u vysokých frekvencí. Nejsou shodné, ale nemají výrazně odlišné křivky frekvenční charakteristiky, proto jsou vyhodnoceny jako omezeně vhodné pro použití nahrávání zvuku. Poslední nahrávky NZ3_MP3MER a NZ2_MP3IR patří do kategorie spolu s NZ8_NOTDELL a NZ5_TELNOK jako nevhodné pro pořizování zvukového signálu. A to v důsledku velkého počtu hrbů ve vysokých frekvencích, kromě NZ5_TELNOK, který ani nezaznamenával vysoké frekvence, ale počet hrbů měl v celém dostupném rozsahu frekvencí.

Po úpravách – bylo možné přidat do kategorie vhodné pro nahrávání zvuku pořízené nahrávky také NZ4_TELSAM a NZ6_TABSAM. U zvukových nahrávek NZ3_MP3MER, NZ2_MP3IR a NZ8_NOTDELL byly uskutečnitelné úpravy pouze v rozsahu frekvencí do 4 kHz. Následné frekvence byly změněny jen v omezeném rozsahu, v důsledku byly zařazeny do kategorie omezeně vhodné pro pořizování audio signálů. Nahrávka NZ5_TELNOK je po úpravě v kategorii omezeně vhodná pro záznam audio signálu, vzhledem ke zlepšení nabízeného rozsahu frekvenční charakteristiky (do frekvence 4 kHz).

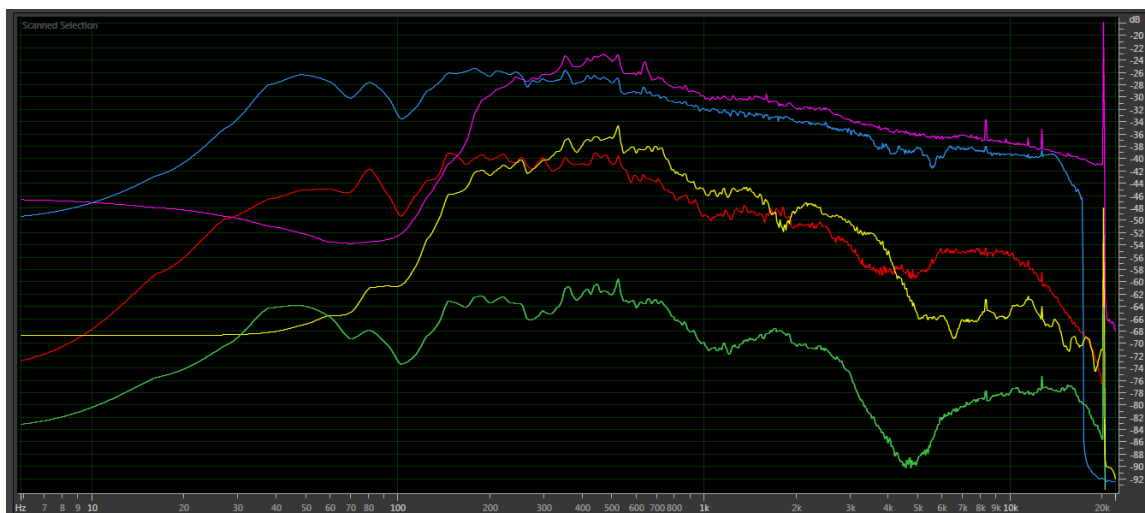
Tabulka 17: Vyhodnocení nahraných záznamů z mobilních zařízení (před a po úpravách)

Mobilní zařízení	Názvy nahrávek	Před úpravami	Po úpravách	Rok představení	Hodnocení
Diktafon Ediol	NZ1_DED	Vhodné	Vhodné	2008	1
Tablet BlackBerry	NZ6_TABBLACK	Vhodné	Vhodné	2011	1
Tablet Samsung	NZ7_TABSAM	Omezeně	Vhodné	2012	2
Telefon Samsung	NZ4_TELSAM	Omezeně	Vhodné	2010	2
MP3 Mercury	NZ3_MP3MER	Nevhodné	Omezeně	2006	4
MP3 iRiver	NZ2_MP3IR	Nevhodné	Omezeně	2006	4
Notebook Dell	NZ8_NOTDELL	Nevhodné	Omezeně	2008	4
Telefon Nokia	NZ5_TELNOK	Nevhodné	Omezeně	2007	4

Zdroj: vlastní

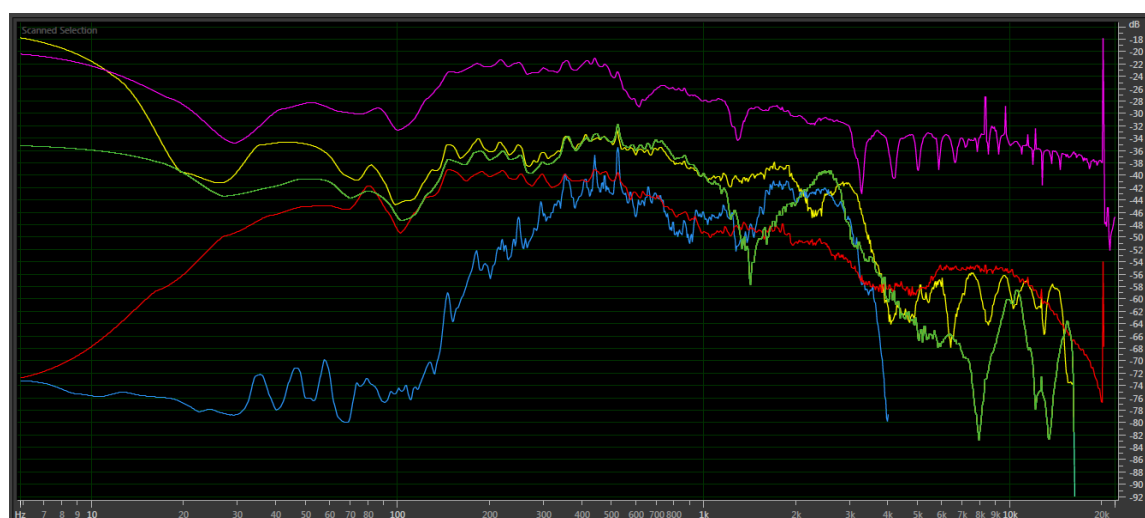
U mobilních zařízení s nahrávkami zvuku (NZ4_TELSAM, NZ5_TELNOK a NZ7_TABSAM) je pravděpodobné, že nahrávání zvuku je omezené u nízkých a vysokých frekvencí v důsledku potlačení hluku a šumu při telefonování. Pokud nebyly zaznamenány velké a časté hrby ve vysokých frekvencích, bylo možné upravit frekvenční charakteristiku na tvar křivky srovnávací frekvenční charakteristiky. Z žádných mobilních zařízení nemohlo zcela propadnout (dostat hodnocení 5), vzhledem k srozumitelnému záznamu hlasu. Zvolit úpravy v programech je příhodné minimálně pro odstranění šumu a zvýšení dynamického rozsahu, což se jedná i pro nahrávky, které byly vhodné i před úpravou. Pokud manažer se rozhodne ve svém volném čase upravovat pořízené zvukové záznamy, je důležité podívat se na hodnocení programů.

Z tabulky č. 17 vychází nejlépe mobilní zařízení diktafon Ediol a tablet BlackBerry, ohodnoceny známkou 1 (jsou vhodné již před úpravami). Potom je vhodné mobilní zařízení mobilní telefon Samsung a tablet Samsung, ohodnoceny známkou 2 (vhodné až po úpravách). Na obrázku č. 44 je názorný přehled prvních čtyř zvukových nahrávek (barva křivek: NZ1_DED – zelená, NZ4_TELSAM – žlutá, NZ6_TABBLACK – modrá, NZ7_TABSAM – fialová). Na obrázku č. 45 je názorný přehled posledních čtyř zvukových nahrávek (barva křivek: NZ2_MP3IR – zelená, NZ3_MP3MER – žlutá, NZ5_TELNOK – modrá, NZ8_NOTDEL – fialová).



Obrázek 44: Přehled nahrávek před úpravami – první čtyři audio nahrávky

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní



Obrázek 45: Přehled nahrávek před úpravami – poslední čtyři audio nahrávky

Zdroj: Print screen z programu Adobe Audition – vlastní

10.1.2 Vyhodnocení zvukových programů

Cubase – hlavní nevýhodou je cena. Nabízí několik verzí ekvalizérů, se kterými je možné upravit frekvenční charakteristiky. Bohužel, nástroj na měření frekvenční charakteristiky je nevhodně řešený. Okno nástroje není možné maximálně zvětšit a přesunout na rozšířenou obrazovku (okno frekvenční analýzy zůstává stále v okně programu). Je nepříjemné a zdouhavé stále dokola nastavovat parametry nástroje frekvenční analýzy, protože se nepřepočítávají analýzy po nastavení efekttech. Jinak v programu Cubase je možné upravovat frekvenční charakteristiky podle srovnávací.

Adobe Audition – základní nevýhodou je cena. Nabízí ekvalizéry pomocí nichž lze opravit frekvenční charakteristiky podle srovnávací. Přínosné je vložení až osmi frekvenčních charakteristik do jednoho okna a porovnávat je. Menší kritika je u zvětšování okna taháním za jeho okraj, ale je možné ho vložit na rozšířenou obrazovku (druhého monitoru). S Adobe Audition je možné a snadné upravit všechny nerovnováhy ve frekvenční charakteristice.

Audacity – více než jednoduchý vzhled bych zdůraznil negativum tohoto programu, a tím jsou možnosti volby efektů. Určitě bych do budoucna doporučil zaměřit se na tento nedostatek prioritně. Vhodné by bylo zarovnání efektů do kategorií a poté možnost uchycení často používaného výběru nebo vlastní výběr efektů na hlavní liště programu. Nevýhodou je poskytování pouze destruktivních operací, v důsledku nimž jsou efekty použity okamžitě na zvukový signál. Překvapivě nebylo jednoduché nastavovat ekvalizér. V nabízeném grafickém zobrazení je nastavení zdlouhavé (malé úchyty pro posun bodů křivky) a navíc neukládá předešlé nastavení. Okno nástroje na frekvenční charakteristiku lze maximálně zvětšit a zobrazovat ji velice přehledně. Nepracuje v reálném čase a vždy pro výpočet frekvence je nutné označit alespoň malou oblast stopy.

Music Editor Free – mezi jeho výhody se řadí vzhled a jednoduchost. Mezi nevýhody patří jednotrackový zvukový audio editor s destruktivními operacemi a minimální schopnost v nastavování efektů především ekvalizéru (omezený počet šavlí pro nastavení frekvencí). V důsledku EQ nebylo možné upravovat větší množství a přesné hrby v nahrávkách a frekvenční charakteristika nebyla příliš nápomocná. Může se přesunout její zobrazené okno na rozšířenou obrazovku (druhý monitor), ale je nevhodně malé. Následkem uvedených kritérií je možné (v omezeném rozsahu) v programu editovat audio signál. Pro mé vyhodnocení je velmi omezeně vhodný pro úpravu podle frekvenční charakteristiky.

Některé hodnocení parametrů může vést k diskuzi, nebo být zavádějící, např. subjektivní názor s programem, práce se stopou, vzhled programu atd. Největší rozdíl a znatelný propad měl Music Editor Free se 43 body, potom audio programy se stejnými počty bodů Audacity se 67 body a Cubase 67 bodů a nejvíce bodů dosáhl Adobe Audition se 76 body, hodnocení programů poskytuje tabulka č. 13. V tabulce č. 18 je znázorněn přehled

realizace úprav nahrávek v konkrétních programech s konkrétními zvukovými nahrávkami. Vhodné znamená, že je možné upravit křivky frekvenční charakteristiky (Nevhodné opačné možnosti vhodné). Omezeně znamená, že je obtížné upravit velké hrby ve vysokých frekvencích, vzhledem k tomu jsou úpravy zvukových záznamů pouze omezeně vhodné.

Tabulka 18: Přehled realizace úprav frekvenčních charakteristik v audio programech

Názvy nahrávek	A. Audition	Cubase	Audacity	Music E. F.
NZ1_DED	Vhodné	Vhodné	Vhodné	Omezeně
NZ2_MP3IR	Omezeně	Omezeně	Omezeně	Nevhodné
NZ3_MP3MER	Omezeně	Omezeně	Omezeně	Nevhodné
NZ4_TELSAM	Vhodné	Vhodné	Vhodné	Omezeně
NZ5_TELNOK	Omezeně	Omezeně	Omezeně	Nevhodné
NZ6_TABBLACK	Vhodné o	Vhodné	Vhodné	Omezeně
NZ7_TABBSAM	Vhodné	Vhodné	Vhodné	Omezeně
NZ8_NOTDELL	Omezeně	Omezeně	Omezeně	Nevhodné
Cena s DPH [Kč]	14 000	3 500	ZDARMA	ZDARMA
Hodnocení	76	67	67	43

Zdroj: vlastní

10.2 Ekonomická rozvaha

Následné ekonomické vyhodnocení je možné po zhodnocení pořízených nahrávek a zvukových programů. Poté je možné porovnat kvality frekvenčních charakteristik podle pořizovacích cen mobilních zařízení a porovnat s cenami audio programů. Z tabulky č. 18 je pozorovatelné, že audio freeware Music Editor Free není v majoritním počtu použitelný pro úpravy pořízených zvukových nahrávek, proto v následující tabulce č. 19 není uveden (následně se s ním neuvažuje).

Tabulka 19: Přehled po ekonomické stránce úprav frekvenčních charakteristik v audio programech

Názvy nahrávek	Adobe Audition	Cubase	Audacity	Cena zařízení s DPH [Kč]	Hodnocení zařízení
NZ1_DED	Vhodné	Vhodné	Vhodné	10 160	1
NZ6_TABBLACK	Vhodné	Vhodné	Vhodné	18 870	1
NZ7_TABSAM	Vhodné	Vhodné	Vhodné	11 101	2
NZ4_TELSAM	Vhodné	Vhodné	Vhodné	14 990	2
NZ3_MP3MER	Omezeně	Omezeně	Omezeně	400	4
NZ2_MP3IR	Omezeně	Omezeně	Omezeně	1 500	4
NZ8_NOTDELL	Omezeně	Omezeně	Omezeně	30 000	4
NZ5_TELNOK	Omezeně	Omezeně	Omezeně	8 067	4
Cena programů s DPH [Kč]	8 000	3 500	ZDARMA		
Hodnocení programů	76	67	67		

Zdroj: vlastní

Pokud hlavní podmínkou je, aby kvalita odpovídala křivce srovnávací frekvenční charakteristice, tak není možné použít následující zařízení ani po úpravách v žádném audio programu. Jedná se o dvě přenosná hudební zařízení (zvukové nahrávky NZ2_MP3IR a NZ3_MP3MER), mobilní telefon Nokia (zvuková nahrávka NZ5_TELNOK) a notebook (zvuková nahrávka NZ8_NOTDELL). S uvedenými mobilními zařízeními se nebude nadále počítat.

Při další analýze jsou výsledky následující:

Hodnocení zařízení se známkou 1: u zvukových nahrávek, NZ1_DED a NZ6_TABBLACK, jsou úpravy vhodné i v programu Audacity. Jelikož korekční úpravy jsou v malém rozsahu.

Nahrávka NZ1_DED je pořízená mobilním zařízením diktafon, pořizovací cena přístroje byla 10 160 Kč. Nahrávka NZ6_TABBLACK je pořízená mobilním zařízením tablet, pořizovací cena přístroje byla 18 870 Kč. Když srovnáme ceny s audio softwarem (zdarma), vychází nejlépe cenové řešení u zařízení se známkou za 1, mobilní zařízení diktafon Edirol.

Hodnocení zařízení se známkou 2: u zvukových nahrávek, NZ4_TELSAM a NZ7_TABSAM, je vhodné použít program Adobe Audition. Vyšel po porovnání jako nejvhodnější, v důsledku nabízených efektů a nástrojů u nichž ubylo komplikované nastavení.

U tabletu Samsung byla pořizovací cena přístroje 11 101 Kč a telefon stál 14 990 Kč. Když srovnáme s cenou audio programu Adobe Audition 8 000 Kč, vyjdou nám tyto sečtené ceny – u prvního zařízení 19 101 Kč a u druhého 22 990 Kč. V tabulce č. 20, jsou pro přehlednost uvedeny názvy nahrávek s názvy mobilních zařízení a pořizovací cena při představení na trh je sečtena s cenou potřebného audio programu na úpravu pořízených nahrávek. Navíc poskytuje přehledné informace o nejvhodnější kombinaci (mobilního zařízení a audio programu) po stránce ekonomické. Vzhledem k sečteným cenám vychází nejlépe kombinace mobilního zařízení s úpravou zvukových nahrávek v komerčním programu, s hodnocením za 2, pro mobilní zařízení tablet Samsung Galaxy.

Tabulka 20: Výsledné pořadí vhodného použití mobilních zařízení s kombinací audio programu

Mobilní zařízení	Zvukové nahrávky	Součet cen s DPH [Kč]
Diktafon Edirol R09	NZ1_DED	10 160
Tablet BlackBerry Playbook	NZ6_TABBLACK	18 870
Tablet Samsung Galaxy Tab 2	NZ7_TABSAM	19 101
Telefon Samsung Galaxy S	NZ4_TELSAM	22 990

Zdroj: vlastní

Výsledným řešením je použití mobilního zařízení diktafon Edirol, určeného pouze pro záznam zvuku, v kombinaci s freewarovým nástrojem na úpravu zvukových signálů.

10.2.1 Alternativní možnosti pro ovlivnění výsledného řešení

Co se týče výběru programu, níže je uvedena úvaha, při které je odůvodněn výběr prvního programu z porovnání Adobe Audition i po stránce ekonomické.

Úvaha – manažer bude zaznamenávat konzultace, rozhovory anebo přednášky alespoň třikrát za měsíc. Potom se bude vycházet, že manažer dostává měsíční čistý plat 48 200 Kč.

Hodinová mzda vychází 274 Kč a nastavování zabere o půl hodiny navíc v editačním programu Audacity. Při dané úvaze se dostane k řešení, že za dvacet měsíců manažer ztratí částku 8 220 Kč. Tudíž se investice do audio programu Adobe Audition (pořizovací cena programu 8 000 Kč) se během dvaceti měsíců vrátí. Údaj o měsíční mzdě je použit od společnosti finexpert.

Rozhodnutí o víceúčelovém zařízení – nabízí se možný výběr podle jiných kritérií. Je na každém manažeru (jednotlivci), zdali preferuje jednoúčelová zařízení, které je možné využít pouze pro konkrétní účel. Např. výhodou při nedostačující paměti je u mobilního zařízení s připojením na Internet, že v nečekanou chvíli nabízí možnost nahrát data do Cloudu. A co se týká výdrže baterie je možné si koupit náhradní baterii. Náhradní baterie k mobilnímu zařízení tablet BlackBerry se prodává za 2 071 Kč (z internetového portálu heureka). Proto je volba na každém manažerovi, jestli nebude příhodné si koupit dražší zařízení tablet. Tablet pořizuje ve stejné kvalitě zvukové nahrávky a navíc nabízí širší možnosti využití.

Další možností je si nekupovat mobilní zařízení hned při prvním představení na trh. V současnosti (v roce 2013) je možné koupit zařízení, se kterými se prováděl experiment mnohem levněji, viz tabulka č. 21. Ze stejné tabulky č. 21 lze zjistit, že tablet BlackBerry je nyní podle upravené ceny na prvním místě o dvě pozice před diktafonem (z internetového portálu heureka).

Tabulka 21: Srovnání cen mobilních zařízení v roce 2013

Mobilní zařízení	Zvukové nahrávky	Cena pořízení s DPH [Kč]
Tablet BlackBerry Playbook	NZ6_TABBLACK	6 447
Tablet Samsung Galaxy Tab 2	NZ4_TELSAM	7 059
Diktafon Edirol R09	NZ1_DED	7 200
Telefon Samsung Galaxy S	NZ7_TABSAM	9 894

Zdroj: vlastní

U komerčních zvukových programů dochází ke snižování cen většinou s příchodem nové verze audio programu. Nebo se nabízí možnost použít pro základní úpravy pořizovaných zvukových nahrávek starší verze audio programů (pořizovací ceny jsou nižší).

U freewarových audio nástrojů je jisté, že se budou nadále vyvíjet (samozřejmě i komerční). V nových verzích mohou být možnosti nastavení signálových procesorů zrychleny a zjednodušeny (stejně i u externích pluginů). V uvedených případech by se freewarové audio programy mohli využít i pro mobilní zařízení s hodnocením za 2. Tato cesta je neurčitá, tudíž není vhodná k tvoření nějakých závěrů.

Diskutabilně vychází údaje z tabulky č. 19, kde mobilní zařízení starší než rok 2010 jsou před úpravami zařazeny jako nevhodné pro nahrávání zvukových signálů (kromě mobilního zařízení diktafon). Jsou v kategorii nevhodné umístěny v důsledku špatného záznamu frekvencí nejčastěji již od 4 kHz. Protože pokud srovnáme jednotlivé frekvenční charakteristiky v dané skupině (nevhodné), viz obrázek č. 45, je možné si všimnout křivek u NZ3_MP3MER a NZ8_NOTDELL, kde po úpravách je frekvenční charakteristika podobná srovnávací spíše u první nahrávky (cena zařízení je 400 Kč) než u druhého záznamu (cena zařízení je 30 000 Kč). U uvedených mobilních zařízení je markantní cenový rozdíl. Možná odpověď na uvedené výsledky může být následovná. Nakonec je možné, že odvíjet výběr podle ceny pořízení mobilního zařízení pro pořizování zvukových nahrávek, nebude podstatná tak jako je rok představení zařízení na trhu.

Podle uvedených porovnání a základního ekonomického nastavení o minimální ceně zůstává nadále již zmíněná výsledná kombinace mobilního zařízení diktafon s freewarovým nástrojem Audacity, viz tabulka č. 20. Ostatní řešení a úvahy jsou ovlivnitelné subjektivním rozhodnutím manažera, rokem pořízení mobilních zařízení a pořizovací cenou komerčního audio programu, proto je volba výběru velmi variabilní.

Závěr

Hlavní cíle diplomové práce se skládaly v analýze mobilních technologií pro pořizování zvukových dat, v nabízených možnostech editace audio dat, v porovnání freewarových a komerčních softwarových nástrojů a v následném zhodnocení řešených kombinací pro účelové pořizování zvukových záznamů z mobilních zařízení. Zvukové nahrávky byly zaznamenány mobilními zařízeními v multimediální laboratoři na Ekonomické fakultě v Liberci. Jako nejčastěji používaná jednotlivá zařízení, využita manažery, byla vybrána hudební přenosné zařízení, diktafon, mobilní telefon, tablet a notebook.

V teoretické části se nejprve popisuje, proč by měl manažer zaznamenávat zvukový záznam. Další kapitola se zabývá vlastnostmi zvuku a následně vysvětluje psychoakustické vnímání, které se využívá pro základní principy u komprimovaných ztrátových zvukových formátů. Seznamuje blíže s bezztrátovými a nekomprimovanými zvukovými audio formáty, které představují hlavní parametry při rozhodování kvality zvuku.

Další část diplomové práce se zabývá přehledem mobilních zařízení, které zaznamenávají zvukové signály, od historických mechanických přístrojů, přes magnetické až po moderní digitální mobilní přístroje. Digitálních mobilních zařízení je celá řada, ale většina je přizpůsobena na rozdílné běžné denní potřeby než nahrávání zvukového signálu.

Důležitou částí práce je seznámení s hlavními postprodukčními úpravami, které se rozdělují na editaci a mixování signálů, za pomoci nichž se audio nahrávky vylepšují. Významným signálovým efektem je ekvalizace, která slouží pro korekci frekvencí. Po objasnění základních signálových procesorů vhodných na použití úprav pořízených nahrávek se popisuje současná nabídka programů v oblasti audio editace, která se rozděluje na freewarové a komerční nástroje.

V praktické části diplomová práce nejdříve sepisuje, jak se prováděl experiment na pořízení zvukových nahrávek. Pro pozdější vyhodnocení audio signálů byl proveden záznam zvuku z externího mikrofону (dále označován jako srovnávací mikrofón). Pořízená nahrávka pomocí mikrofónu sloužila jako vzor pro srovnání kvality nahrávek pořízených z mobilních zařízení.

Dále jsou ze zmíněných audio nástrojů vybrány dva freewarové a dva komerční programy, ve kterých jsou realizovány úpravy pořízených zvukových nahrávek. U zvoleného programu byl vypracován podrobný postup činností s názornými obrázky. Před úpravami se zvolilo osmnáct parametrů, podle kterých se hodnotily programy během provádění úprav audio nahrávek.

Následně se zhodnocují pořízené zvukové nahrávky před úpravami a po úpravách. Poté se zhodnocují porovnávané audio programy podle zadaných kritérií. Důležitým krokem u pořízených nahrávek bylo maximální přiblížení k srovnávací křivce frekvenční charakteristiky. Díky tomu se zjistilo, jaké mobilní zařízení zaznamenává zvuk nejlépe. Z editačních programů podle autorových zkušeností a priorit, vyšel jako nejvhodnější, pro editaci zvuku, komerční nástroj Adobe Audition.

Snahou diplomové práce bylo zjistit, zdali je možné nahrávat zvukový signál pomocí levných mobilních zařízení a následně docílit kvality frekvenční charakteristiky v audio programech. V ekonomické rozvaze se srovnávají vzniklá řešení k vzhledem pořizovacím cenám mobilních zařízení i audio softwarů, kde se uvedlo zhodnocení s nejlevnější variantou. U pořízených zvukových nahrávek z mobilních zařízení se zjistilo, že u pořizovací ceny do 9 000 Kč nebylo možné dosáhnout kvality k srovnávací křivce frekvenční charakteristiky v žádném audio programu.

Z výsledků vyplývá jeden hlavní důvod, proč si myslet, že pořizovací cena zařízení není hlavním ukazatelem pro výběr mobilního zařízení. Tento výsledek vyplývá ze dvou skutečností u dvou přístrojů – přenosného mobilního zařízení a notebooku. První je srovnání křivek frekvenčních charakteristik a druhá skutečnost vychází z pořizovacích cen závislé na roku představení na trh.

Diplomová práce ověřila, jaké možnosti může volit manažer, pokud bude ke svému povolání využívat zaznamenávání zvuku. Pokud se bude jednat o manažera z informatického oboru, raději bude upravovat zvuk za pomoci audio programu. Je velmi pravděpodobné, že ostatní budou raději investovat do dražšího zařízení nebo i levnějšího, v každém případě se uspokojí s kvalitou nahrávky z pořízení. Většina manažerů bývá časově vytížena, tudíž se nebudou zabývat upravováním zvuku pořízených nahrávek.

Seznam použité literatury

Citace:

- [1] KHELEROVÁ, V. *Komunikační a obchodní dovednosti manažera*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 144 s. ISBN 80-247-1677-1.
- [2] ARMSTRONG, M. a STEPHENS, T. *Management a Leadership*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 272 s. ISBN 978-80-247-2177-4.
- [3] SCHAUER, P. Doplnkové texty DB01: *Vybrané statě z akustiky* [online]. 2008 [vid. 2013-03-01]. Dostupné z: http://fyzika.fce.vutbr.cz/doc/vyuka_schauer/vybrane_state_z_akustiky.pdf
- [4] FRANĚK, M. *Hudební psychologie*. 1.vyd. Praha: Karolinum, 2009, 238 s. ISBN 978-80-246-0965-2.
- [5] HÁJKOVÁ, E. *Zvuková stránka češtiny: Úvod do fonetiky a fonologie*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008, 15 s. ISBN 978-80-7372-294-4.
- [6] STANLEY, R. A. and DOUGLAS, R. Q. *Audio in Media*. 9th ed., Boston: Wadsworth Publishing, 2010. ISBN 978-0495-572-39-8.
- [7] JIRÁSEK, O. JURICA, M. a ZOUHAR, T. *Nahráváme a upravujeme Hudbu na počítači*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. 263 s. ISBN 80-7226-579-2.
- [8] SOBOTKA, G. *Lidské vnímání zvuku* [online]. 2008 [vid. 2013-03-10]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/vnimanizvuku/vnimani-zvuku>
- [9] KADIS, J. *The Science of Sound Recording*. 1th ed., CRC Press, 2012. ISBN 978-11-361-2597-3.
- [10] WHITAKER, J. BENSON, K. B. *Standard Handbook of Audio and Radio Engineering*. 2th ed., Cleveland: CRC Press, 2002, ISBN 978-007-1414-88-3.
- [11] KUBA, J. *Zvuk a MP3*. [online]. 1999 [vid. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://lide.uhk.cz/fim/student/kubaji1/mp3-lidske-vnimani.htm>
- [12] VRZAL, M. *Střih záznamu hudby*. 1. vyd. Praha: Akademie múzických umění, 2007. 103 s. ISBN 978-80-7331-114-8.

- [13] MORTON, D. L. *Sound Recording: The Life Story of a Technology*. 1th ed., Baltimore: JHU Press, 2006. ISBN 978-08-0188-398-9.
- [14] NAKAJIMA, H. *Compact Disc Technology: Heitaro Nakajima, Hiroshi Ogawa*. 1th ed., Amsterdam: IOS Press, 1992. ISBN 9784274033476.
- [15] RUMSEY, F. and MCCORMICK, T. *Sound and Recording: an introduction*. 6th ed., London: Focal Pres, 2009. ISBN 978-0-240-52163-3.
- [16] Technika záznamu zvuku na magnetofon. *Fonoklub*, [online]. © 2003 [vid. 2013-03-22]. Dostupné z: <http://fonoklub.wz.cz/mg.html>
- [17] Přenosná hudební zařízení. *Alza* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-22]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/mp3/18843093.htm#f&pg=1>
- [18] Digitální záznamníky. *Alza* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-22]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/multimedia/digitalni-zaznamniky/18848266.htm#f&pg=1&pn=2>
- [19] Mobilní telefony. *Alza* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-24]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/mobilni-telefony/18843445.htm>
- [20] Notebooky. *Alza* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-24]. Dostupné z WWW: <http://www.alza.cz/notebooky/18842920.htm>
- [21] Tablet PC. *Alza* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-24]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/notebooky/dle-vyuziti/tablet-pc/18848493.htm>
- [22] Ultrabooky. *Alza* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-24]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/ultrabooky-art5031.htm>
- [23] Prodej notebooků. *Alza* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-24]. Dostupné z: <http://computerworld.cz/udalosti/pocet-prodanych-notebooku-v-cr-poprve-prekonal-desktopy-1705>
- [24] Tablety. *Alza* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/tablety/18852388.htm#f&pg=1&po=1&par270=270-65536>

- [25] THOMPSON, D. M. *Understanding Audio: Getting the Most Out of Your Project Or Professional Recording Studio*. 3th ed., Milwaukee: Hal Leonard Corporation, 2005. ISBN 978-16-17747-39-7.
- [26] VLACHÝ, V. *Praxe zvukové techniky*. 3. vyd. Praha: Muzikus, 2008. 297 s. ISBN 978-80-86253-46-5.
- [27] Uhlíkové mikrofonní vložky pro telefonní přístroje. *Elektroakustika* [online]. © 2013 [vid. 2013-03-26]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/2007edicniplan.nsf>
- [28] KŘÍŽ, M. *Zvuk na PC – Step by Step*. 1. vyd. Praha: Mobil Media a.s., 2001. 262 s. ISBN 80-8659306-1.
- [29] UTZ, P. *Introduction to audio*. 1th ed., Middleton: A-R Editions, Inc. 2003. ISBN 978-08-9579-512-0.
- [30] FRIES, B. and FRIES, M. *Digital Audio*, 1th ed., Sebastopol: O'Reilly Media, 2005. ISBN 978-059-6008-56-7.
- [31] PARSONS, J. J. and DAN, O. *Computer Concepts, 2010: Comprehensive*. 12th ed., Stamford: Cengage Learning, 2009. ISBN 978-03-2478-084-0.
- [32] Sampling rate. *Cornell Electroacoustic Music Center* [online]. 2009 [vid. 2013-04-02].
Dostupné z: <http://digital.music.cornell.edu/cemc/content/sampling-rate-0>
- [33] WINER, E. *The Audio Expert: Everything You Need to Know About Audio*. 1th ed., Cleveland: CRC Press, 2012. ISBN 11-361-2613-9.
- [34] BUSKIRK, V. E. *Ripuj, mixuj, vypaluj CD!: nahrávání hudby a vytváření remixů*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2005. 240 s. ISBN 80-247-1030-7.
- [35] NĚMEC, V. *Vytváříme hudební cd a mp3 – Jak vylepšit a zachránit zvukové nahrávky*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. 132 s. ISBN 80-7226-557-1.
- [36] Waveform Audio File Format. *Blu-ray Ripper* [online]. 2013 [vid. 2013-04-08].
Dostupné z: <http://www.open-bluray-ripper.com/formats/wav.html>
- [37] TRUESDELL, C. W. and Sons. *Mastering Digital Audio Production: The Professional Music Workflow with Mac OS X*, 1th ed., Cleveland: CRC Press, 2007, ISBN 978-04-7016-576-8.

- [38] Flac format. *Free lossless audio codec* [online]. 2013 [vid. 2013-03-04].
Dostupné z: <http://flac.sourceforge.net/features.htm>
- [39] Alac format. *Apple Lossless* [online]. 2013 [vid. 2013-03-04].
Dostupné z: <http://www.applelossless.com/>
- [40] Ape format. *Monkey's audio – a fast powerful lossless audio compressor* [online]. 2013 [vit. 2013-03-04].
Dostupné z: <http://www.monkeysaudio.com/theory.html/>
- [41] JIRÁSEK, O. JURICA, M. a ZOUHAR, T. *Nahráváme a upravujeme Hudbu na počítači*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. 263 s. ISBN 80-7226-579-2.
- [42] Windows Media Audio Lossless Compression Technology. *Intelligentsound* [online]. 2013 [vid. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.intelligentsound.org/compression-technology/windows-media-audio-lossless-compression-technology.html>
- [43] Lossy Audio Compression-Vorbis. *Intelligentsound* [online]. 2013 [vid. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://www.intelligentsound.org/data-compression-techniques/lossy-audio-compression-vorbis.html>
- [44] RealAudio Definition: What is the RealAudio Format?. *Digital Music* [online]. 2013 [vid. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://mp3.about.com/od/Digital-Music-Glossary-Q-T/g/Realaudio-Definition-What-Is-The-Realaudio-Format.html>
- [45] Guérin, R. *CubaseSX – Nahrávání, úpravy a mixování hudby na počítači*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2004. 478 s. ISBN 80-7226-984-4.
- [46] STANLAY, A. R. *Audio Basics*. 1th ed., Stamford: Cengage Learning, 2011. ISBN 978-0-495-91356-6.
- [47] Help Adobe. *Adobe Audition* [online]. 2013 [vid. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://helpx.adobe.com/audition.html>
- [48] Manual Audacity. *Audacity* [online]. 2013 [vid. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://manual.audacityteam.org/o/man/equalization.html>
- [49] KOPECKÝ, P. *Základy elektronického zvuku a jeho kreativní zpracování*. 1. vyd. Praha: Akademie múzických umění. 2008. 150 s. ISBN 978-80-7331121-6.

- [50] URBAN, O. *Instrumentář elektroakustického zvuku*. 1. vyd. Praha: Akademie múzických umění, 2007. 93 s. ISBN 978-80-7331-115-5.
- [51] Plug-in_Reference. *Steinberg* [online]. 2011 [vid. 2013-04-12]. Dostupné z: ftp://ftp.steinberg.net/Download/Cubase_5/5.0.0.82/docs_english.zip
- [52] PASCALL, W. *Use Your Computer to Record, Edit and Master Audio Professionally*. 1th ed., USA: Wayne Pascall 2011. ISBN 978-14-6370-704-0.
- [53] Manual Audacity. *Audacity* [online]. 2013 [vid. 2013-04-12]. Dostupné z: http://manual.audacityteam.org/o/man/hard_limiter.html
- [54] Why Mastering. *Steinberg, Media Technologies* [online]. 2013 [vid. 2013-04-12]. Dostupné z: http://www.steinberg.net/en/products/wavelab/why_mastering.html#c62123
- [55] About Audacity. *Audacity* [online]. 2013 [vid. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://audacity.sourceforge.net/about/credits>
- [56] Music Editor. *Music editor* [online]. 2013 [vid. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://www.music-editor.net/index.html>
- [57] Wavosaur. *Wavosaur* [online]. 2013 [vid. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://www.wavosaur.com/>
- [58] About Steinberg. *Steinberg* [online]. 2013 [vid. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://www.steinberg.net/en/company/aboutsteinberg.html>
- [59] Cubase 7. *Disk* [online]. 2013 [vid. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.disk.cz/disk/detail1.csp?!PV,8309,!PVS,8309&CSPCHD=00400000000043e9uiRV0000007JhdJXmOAAiz7qZLR1XMFQ-->
- [60] Adobe Systems Incorporated. *Adobe* [online]. 2013 [vid. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.adobe.com/sea/aboutadobe/pressroom/pdfs/profile.pdf>
- [61] Features Adobe. *Adobe* [online]. 2013 [vid. 2013-04-21]. Dostupné z: http://www.adobe.com/products/audition/features._sl_id-contentfilter_sl_featuredisplaytypes_sl_new.edu.html

- [62] About Adobe. *Adobe* [online]. 2013 [vid. 2013-04-21]. Dostupné z:
www.adobe.com/aboutadobe/pressroom/pressmaterials/pdfs/AU_CS6_WN_20120312.pdf
- [63] Pro Tools 10 detail. *Disk* [online]. 2013 [vid. 2013-04-21]. Dostupné z:
<http://www.disk.cz/disk/detail1.csp?!PV,7123,!PVS,7123>

Bibliografie:

- [64] ARMIC, T. and DUSAK, V. Minimal requests on high-fidelity audio recording and reproduction. *Central European Conference on Information and Intelligent Systems (CECIIS)*, Varazdin: Faculty of Organization and Informatics on 2009, p. 271-278, ISSN 1847-2001.
- [65] Woodhall, W. *Audio Production And Postproduction*. Santa Monica: Jones & Bartlett Learning. 1th ed., 2010. ISBN 978-0-7637-9071-4.